Bibl. Sud.
2254
-1-

Digitized by Google

Bibl.Sud. 2254 – 1

XVIII, 4
15

Digitized by Google

<36630655470013

<36630655470013

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Die Entwickelung

der

Chemie in der neueren Zeit

von

Hermann Kopp.

Erste Abtheilung.

Die Entwickelung der Chemie vor und durch Lavoisier.

München, 1871.
R. Oldenbourg.

Digitized by Google

Geschichte

der

Wissenschaften in Deutschland.

Neuere Zeit.

Zehnter Band. Erste Abtheilung.

Entwickelung der Chemie

von

Hermann Kopp.

Erste Abtheilung.

München, 1871.
R. Oldenbourg.

(Interims-Titel.)

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Einleitung.

Die Chemie ist die Lehre von der Zusammensetzung der Körper. Ihre Aufgabe ist die Erkenntniß, wie die verschiedenen Körper zusammengesetzt sind und ihre Verschiedenheit auf ungleicher Zusammensetzung beruht, wie sie zusammengesetzt werden, und welche Aenderungen ihre Zusammensetzung unter gewissen Umständen erleidet.

Bekannt ist, daß die Richtung geistiger Beschäftigung, welche als Chemie bezeichnet wurde, nicht immer die Lösung dieser Aufgabe als hauptsächlichstes Ziel sich vorgesetzt hatte, sondern während langer Zeit der Verfolgung anderer Probleme zugewendet war, für deren erfolgreiche Bearbeitung die Kenntniß der Zusammensetzung der Körper als Hülfsmittel erschien und insofern selbst angestrebt wurde. Die künstliche Erzeugung von Gold und Silber, die Umwandlung unedler Metalle in diese edlen Metalle betrachtete die Chemie als ihre eigentliche Aufgabe von der Zeit an, wo die in dem Alterthume vereinzelt dastehenden Kenntnisse chemischer Thatsachen in dem Streben nach Einem bestimmten Ziele zuerst zusammengefaßt erscheinen, bis in den Anfang des sechszehnten Jahrhunderts. Diesem Streben erst zugesellt, dann sich mehr und mehr von ihm abwendend steht von

Digitized by Google

dem ersten Viertel des sechszehnten Jahrhunderts an bis zu der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts die Richtung, die Heilkunde auf die Chemie zu basiren, als die die letztere beherrschende da, und als eigentlichste Aufgabe der Chemie wird nicht die Erkenntniß der Zusammensetzung der Körper an sich betrachtet, sondern die Verwerthung der hierauf bezüglichen Kenntnisse für die Heilkunde, zur Gewinnung einer Grundlage und zur Gewährung von Hülfsmitteln für die theoretische und die practische Medicin. Erst in der zweiten Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts wird die Chemie ihrer wahren Aufgabe sich bewußt und arbeitet sie an der Lösung derselben, ohne solche fremde Ziele als die ihr eigentlich vorgesteckten länger anzuerkennen. Und noch nicht hundert Jahre sind es, daß in der Chemie gewisse fundamentale Ansichten zur Anerkennung gebracht worden sind, welche seitdem nicht mehr wechseln und diejenige Phase unserer Wissenschaft characterisiren, innerhalb deren dieselbe dann sich stetiger weiter ausgebildet hat, Erweiterungen von größter Erheblichkeit, Reformen nach den verschiedensten Richtungen erfahrend, aber nicht mehr Reformen von solchem Umfang und unter solcher Abänderung des ganzen chemischen Systemes, daß man sie passend als Revolutionen bezeichnen könnte.

Die Entwickelung der Chemie in dieser Zeit: in den zunächst vorausgehenden zwei Jahrhunderten, namentlich aber in der letzterwähnten Phase darzulegen, soll hier versucht werden. Diese Darlegung kann indessen weder eine ganz auf diese Zeit beschränkte sein, noch darf sie für dieselbe alles Das gleich eingehend zu schildern und vollständiger aufzuzählen suchen, was die Ausbildung der Chemie nach sämmtlichen einzelnen Abzweigungen bedingte und characterisirte und was an Zuwachs von Kenntnissen dieser Wissenschaft zu Theil wurde. — Manche der wichtigsten, noch innerhalb der hier vorzugsweise in Betracht zu ziehenden Zeit herrschenden Ansichten wurzeln auf älteren Vorstellungen, und ohne eine Kenntniß der letzteren ist ein Verständniß der ersteren nicht möglich. So wenig es meine Absicht ist, auf die Periode der Alchemie und die der Jatrochemie in einer

Digitized by Google

zusammenhängenderen und vollständigeren historischen Betrachtung einzugehen, so nothwendig ist es, über die damals gehegten allgemeineren Ansichten bezüglich der Zusammensetzung der Körper einleitungsweise zu berichten. — Für jene, vorzugsweise hier zu betrachtende Zeit stellen sich die Methoden der Forschung und die Ansichten, welche bis zu dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts ganz besonders in Geltung waren, den nachher zur Anerkennung gebrachten vielfach einander in solcher Weise gegenüber, daß wohl selbst daran gezweifelt worden ist, ob die Geschichte der Chemie als einer Wissenschaft weiter als bis zu dem eben genannten Zeitpunkt zurück zu führen sei. Doch auch bei anderer Beurtheilung der früheren Leistungen und bei Anerkennung, daß sie wesentlich die Chemie als Wissenschaft auffaßten und förderten, ist hier nicht für jene frühere und für diese neuere Periode die Darlegung der Ansichten und des Wechsels derselben in gleicher Ausführlichkeit zu geben: für jene frühere Periode werde ich mehr zusammenzufassen suchen, was sie leistete und wie sie spätere Fortschritte vorbereitete; für diese neuere habe ich eingehender zu untersuchen, welche Fortschritte der Erkenntniß sie brachte und sich an einander reihen ließ. — Aber auch innerhalb dieser Zeit, für welche die Entwickelung der Chemie hier hauptsächlich geschildert werden soll, wird uns in erster Linie die Betrachtung der nach einander herrschenden allgemeineren Ansichten über die Zusammensetzung der Körper beschäftigen, und auf die Besprechung oder auch nur Erwähnung einzelner Untersuchungen kann hier nur in so weit eingegangen werden, als sie zu der Aufstellung und Begründung, der Geltung und dann der Reform solcher allgemeinerer Ansichten Beziehung haben oder für sie characteristisch sind. Es ist davon abzustehen, hier eine vollständigere Angabe der Leistungen auf dem Gebiete der Chemie zu versuchen, und der Uebelstand ist hinzunehmen, daß eine große Zahl von Arbeiten hier unbesprochen und selbst unerwähnt bleiben muß, die an sich und für die Förderung des chemischen Wissens auf einzelnen Abtheilungen dieses Gebietes von großer Wichtigkeit waren und für deren jede gilt, daß ein

Digitized by Google

Beitrag zur besseren Erkenntniß des Einzelnen auch die Wissenschaft als Ganzes vorschreiten läßt. Und ebensowenig kann hier auf ausführlichere oder vollständigere Darlegung der Anwendungen der Chemie eingegangen werden, welche durch die Fortschritte dieser Wissenschaft auf anderen Gebieten der geistigen Thätigkeit ermöglicht wurden, und des Zusammenhanges der Chemie mit anderen Wissenschaften, welche gerade in der uns vorzugsweise beschäftigenden Zeit, was die Zahl der Berührungsstellen und die Innigkeit der Beziehungen betrifft, stetig zugenommen hat.

Digitized by Google

Die Entwickelung der Chemie bis gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts.

Bei den Völkern des Alterthums, an deren Wissen sich später wesentlich das der Abendländer anschloß: bei den Griechen und bei den Römern finden wir empirische Kenntniß zahlreicher chemischer Thatsachen, aber ohne Zusammenfassung derselben in der Benutzung zur Aufstellung einer theoretischen Ansicht oder in dem Streben, eine gewisse Aufgabe zu lösen. Die damals bekannten chemischen Thatsachen waren auf dem Gebiete der Technik und der Pharmacie erworben; welche durch Zufall, welche durch mehr absichtlich angestellte Experimente erkannt waren, ist größtentheils ungewiß. Die Experimentirkunst war wenig ausgebildet; wissenschaftlich Strebende wandten sich vorzugsweise der Speculation zu, und benutzten zur Erkenntniß dessen, was die Erfahrung lehre, mehr die Beobachtung: die Beachtung des dem Wißbegierigen ohne Einwirkung des Letzteren auf das zu Constatirende sich Bietenden, als die Anstellung von Versuchen: das bewußte Hervorbringen und Abändern der Umstände, unter welchen etwas zu Constatirendes sich zeigt. Ob Einzelne unter den griechischen Forschern auf dem Wege experimentalen Arbeitens weiter vorgedrungen seien; ob die so erlangten Resultate einen Theil des als Magie bezeichneten Geheimwissens ausmachten; ob darunter auch die Chemie Betreffendes enthalten sein mochte: solche Fragen aufzuwerfen bieten einzelne Stellen in Schriftstellern des Alterthums allerdings Anlaß, aber zu ihrer Beantwortung fehlen uns die Anhaltspunkte.

Eine Aufzählung der chemischen Thatsachen, von welchen die

Digitized by Google

Alten Kenntniß hatten, eine Erörterung, wie diese Kenntniß vereinzelter Thatsachen auch eine mehr oder weniger beschränkte war, ist hier nicht zu geben. Einzugehen ist hier auch nicht auf die Besprechung der spärlichen Angaben, welche den Besitz von Mitteln andeuten, die Zusammensetzung einiger Gemische (den Gehalt silberhaltigen Goldes an beiden Metallen z. B.) zu beurtheilen; nicht auf die der ersten Spuren von Wahrnehmungen über die gegenseitige Einwirkung gelöster Substanzen (von Metallsalzen z. B. und Granatäpfelsaft oder Aehnlichem) noch auf die der Bekanntschaft mit einigen chemischen Operationen (der Cupellation und Cämentation, der Destillation in rohester Form z. B.), welche später auf beschränkterem Felde oder ausgedehnterem Gebiete zu wichtigen Hülfsmitteln geworden sind, die Zusammensetzung der Körper zu erforschen. Allzu dürftig sind solche Angaben uns erhalten, und allzu beschränkt waren auch wohl die Kenntnisse, auf welche sie sich beziehen, als daß hier bei ihnen zu verweilen wäre.

Der Spärlichkeit der Kenntnisse und der Angaben bezüglich des chemischen Verhaltens und der chemischen Prüfung der verschiedenen Substanzen entspricht, daß damals die Körper viel mehr nach den äußeren Eigenschaften, der Herkunft und Benutzung unterschieden wurden, als nach den chemischen; die Nichtbeachtung der letzteren ließ bald ganz verschiedene, aber äußerlich ähnliche und ähnlicher Verwendung fähige Substanzen mit demselben Namen benennen, bald derselben Substanz, wenn in verschiedener Art erhalten, verschiedene Namen beilegen, bald die Benennung für eine gewisse Substanz auch noch auf aus ihr durch vollständige chemische Veränderung hervorgehende Körper übertragen. Daher die Verwirrung und Undeutlichkeit in der Nomenclatur schon im Alterthum bekannter Körper, und die Unsicherheit, was gewisse Benennungen eigentlich bedeuteten. Der Begriff eines bestimmten, durch sein chemisches Verhalten als eigenthümlich characterisirten Körpers existirte damals nicht, so wenig wie der der chemischen Zusammensetzung. Wo chemisch Zusammengehöriges zusammengestellt ist, bot die Aehnlichkeit äußerer

Digitized by Google

Eigenschaften, des Vorkommens oder der Gewinnung oder der technischen Verwendung Anlaß, nicht eine Ahnung der Aehnlichkeit des chemischen Bestandes. So wurden im Alterthume die starren Metalle nach der Aehnlichkeit der äußeren Eigenschaften als zusammengehörig betrachtet, so nach der technischen Verwendbarkeit verschiedene schwefelsaure Salze unter derselben Benennung zusammengefaßt, so die natürliche Soda und die künstlich dargestellte Pottasche als zusammengehörig erkannt. Die Beachtung der Aehnlichkeit in der Löslichkeit und dem äußeren Aussehen war es wohl, die außer dem Kochsalz noch andere Substanzen als Salz bezeichnen ließ (so bei Aristoteles die aus Pflanzenaschen-Lauge gewonnene Pottasche, bei Dioscorides und Plinius die Soda; und aus Gestein ausgewittertes alumen ist dem Letzteren salsugo terrae); alles Salz stammt nach Plinius aus einer Lösung. Wohl zu beachten sind diese ersten Hinneigungen zu chemischer Classification, aber auch die Beschränkung derselben in jener Zeit auf die äußerlichsten Anhaltspunkte; wo Farbe u. a. eines aus einer Lösung sich ausscheidenden Körpers in größerem Gegensatze zu den Eigenschaften des gemeinen Salzes stehen, kommen andere Bezeichnungen in Anwendung: als Schlamm (limus) wird bei Plinius aus Grubenwassern sich in bläulichen glasglänzenden Krystallisationen ausscheidender Vitriol bezeichnet.

Hingewiesen wurde soeben darauf, daß es bei den Alten an der Erfassung des Begriffes: chemische Zusammensetzung fehlt. Es war weniger ein Erkennen der Analogie in der Zusammensetzung, als ein Verkennen des Unterschiedes in derselben, was in mehreren Fällen chemisch ähnlich zusammengesetzte Körper mit derselben Bezeichnung belegen ließ. Es fehlte die klarere Vorstellung des Ueberganges eines Körpers in einen anderen durch Veränderung der Mischung, und allgemein der Existenz einfacherer Körper und zusammengesetzterer Substanzen, welche aus den ersteren — sie noch, wenn auch nicht unmittelbar sichtbar, in sich enthaltend — entstehen und bestehen. — Wohl versucht könnte

Digitized by Google

man allerdings sein, das, was Aristoteles über die Mischung der Stoffe lehrte, als den Ausdruck weit vorgeschrittener Erkenntniß der Existenz chemischer Verbindungen und des Verhältnisses der Verbindungen zu ihren Bestandtheilen zu deuten. Als hierauf beziehbar erscheinen uns jetzt die Aussprüche dieses Philosophen: eine Mischung sei eine solche Verbindung von zwei oder mehreren Stoffen, in welcher weder der eine noch der andere untergehe noch auch beide unverändert zusammensein, sondern in welcher vielmehr aus ihnen ein drittes Gleichtheiliges werde; in der Mischung zweier Stoffe sei keiner von beiden mehr als solcher, mit seinen ursprünglichen Eigenschaften, vorhanden, und seien beide nicht blos in unsichtbar kleinen Theilen vermengt, sondern sie seien durchaus in einen neuen Stoff übergegangen, in welchem sie nur noch der Möglichkeit nach enthalten seien, soferne sie aus ihm wieder ausgeschieden werden könnten. Aber diese Aussprüche stehen bei Aristoteles da ohne jede nähere Beziehung zu dem, was die Erfahrung über die Verschiedenartigkeit der Körper und die Beziehungen zusammengesetzterer Substanzen zu den in ihnen enthaltenen Bestandtheilen unter einem Gesichtspunkte lehren könnte, der als ein chemischer zu bezeichnen wäre. Sie treten auch ganz zurück gegen die Betrachtung der verschiedenen Zustände der Materie von einem Standpunkte, welchen wir dem physikalischen vergleichen können: gegen die Lehre von den vier Elementen, die sich so lange in Ansehen erhielt und auf die Beantwortung von Fragen, deren Erörterung zur Ausbildung der Chemie wesentlich beitrug, noch über das Mittelalter hinaus Einfluß ausübte. Es ist weniger die Verschiedenheit der Körper an sich, als die der Zustände der Körper — der Aggregatzustände und des Einflusses der Temperatur auf dieselben —, welche in des Aristoteles Lehre von den vier Elementen Betrachtung und Ausdruck gewann. Die an sich eigenschaftslose Materie erhält bestimmte Gestalt durch ihr hinzukommende Eigenschaften; die Grundeigenschaften, welche Aristoteles für alles Körperliche oder Tastbare hervorhebt, sind physikalische, nämlich das Trocken- oder Feucht-, d. i. Fest- oder Flüssigsein, das

Digitized by Google

Warm- oder Kaltsein; die vier Elemente, welche er als die Bestandtheile der Körper hinstellt, sind nicht Elemente im neueren Sinne, nicht unzerlegbare Substanzen, welche in den Körpern empirisch nachweisbar vorhanden sind oder als materiell darin enthalten anzunehmen seien, sondern Träger gewisser Grundeigenschaften der Materie. In diesem Sinne, und da nach seiner Annahme jedem Elemente zwei der genannten Fundamentalqualitäten zukommen, ist die Erde als der Inbegriff des Festen trocken und kalt, das tropfbar-flüßige Wasser kalt und feucht, die Luft oder der Dampf feucht und heiß, das Feuer heiß und trocken; in diesem Sinne entstehen aus diesen vier Elementen — Grundzuständen der Materie — alle übrigen Körper und sind die Verschiedenheiten ihrer Eigenschaften bedingt durch das Verhältniß, in welchem jene Elemente in ihnen zusammengetreten sind, so daß der Zustand des in einem Körper vorherrschenden Elementes: was dem letzteren an Eigenschaften zukommt, das an dem Körper selbst Hervorstechende ist.

Unter dem Einfluß einer derartigen Anschauungsweise, welche die Betrachtung der Verschiedenheiten der Körper in die der verschiedenen Zustände concentrirte, mußte bald die Ansicht durchdringen, die Eigenschaften Einer Art Materie können so abgeändert werden, daß ein ganz anderer Zustand der Materie, ein anderer Körper resultirt. Auch der empirischen Erkenntniß, wie die Kälte erstarrend und härtend wirkt, entspricht Plinius' Aeußerung über den Bergkrystall: derselbe entstehe aus Feuchtigkeit nicht durch Wärme sondern durch Kälte, der strengste Frost lasse ihn sich bilden, und daß er eine Art Eis sei, sei gewiß. Die Verwandlung von Luft in Wasser, wie auch die umgekehrte, wird bei Plinius ebenso als etwas in der Natur, z. B. bei der Wolkenbildung, unzweifelhaft vor sich Gehendes hingestellt. Uebergänge ganz verschiedener Körper in einander erschienen damals als möglich, welchen gegenüber die Umwandlung wirklich ähnlicher Körper in einander — die später so lange angestrebte der unedlen Metalle in edle z. B. — als etwas weit weniger Wunderbares dasteht. Auf den ganzen Zeitraum,

Digitized by Google

während dessen die künstliche Erzeugung von Gold und Silber als möglich betrachtet wurde, erstreckte sich der Einfluß der Lehre des Aristoteles von den vier Elementen.

In der Bearbeitung der Frage, auf was die künstliche Erzeugung edler Metalle beruhe und wie sie zu bewirken sei, bildete sich die Chemie zuerst aus. Die Beschäftigung mit dieser Aufgabe ließ gewisse Kenntnisse und Ansichten zu einer Abtheilung des Wissens zusammenfassen, welche frühe schon als Chemie bezeichnet wurde und welche sich zu dem später mit demselben Namen bezeichneten Theile der Naturwissenschaft klärte und erweiterte. Bis zu dem Ende des fünfzehnten Jahrhunderts wird die Chemie vor Allem in jener Richtung, als Alchemie', aufgefaßt und bearbeitet.

Der Glaube an die Möglichkeit, Gold und Silber künstlich entstehen zu lassen, namentlich durch Umwandlung unedler Metalle in die eben genannten, scheint aus Verwechslungen und Mißdeutungen hervorgegangen zu sein: der Verwechslung der Abscheidung edler Metalle aus Materialien, die nicht unmittelbar den Gehalt an denselben erkennen lassen, mittelst gewisser Operationen mit der Hervorbringung dieser Metalle durch diese Operationen; der Mißdeutung experimental erlangter Resultate, wie die Eigenschaften eines Metalles durch Behandlung mit gewissen Substanzen abgeändert werden können. Es ist noch nicht mit einiger Sicherheit darüber entschieden, wo und wann dieser Glaube und die Beschäftigung mit der Aufgabe, das als möglich Betrachtete zu realisiren, aufgekommen sind. Die meisten Indicien weisen auf Aegypten hin und auf eine frühe Zeit: in den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung scheint dort bereits diese Aufgabe bearbeitet worden zu sein. Besser bezeugt ist, daß im fünften Jahrhundert von der Metallveredlung als von etwas Bekanntem bereits die Rede ist; daß in der ersten Hälfte des vierten Jahrhunderts schon das Wort Chemie vor-

Digitized by Google

kommt, welches später wenigstens für die Bezeichnung der Erkenntniß, wie Gold und Silber künstlich zu machen seien, allgemein gebraucht wurde. Und wohl in einer noch etwas früheren Zeit beginnt eine Reihe von Schriftstellern, welche diese Erkenntniß zum Gegenstande zahlreicher Aufsätze machten. Eine Aufzählung dieser Schriftsteller, eine ausführlichere Besprechung des Inhalts der unter ihren Namen uns zugekommenen alchemistischen Aufsätze ist hier nicht zu geben. Ueber die persönlichen Verhältnisse und die Zeit der Schriftsteller hat man meistens lediglich Vermuthungen, und sicherer erscheint nur, daß mindestens alle die früheren unter ihnen durch Geburt oder Bildung Aegypten angehört haben. Die Aufsätze selbst sind fast durchweg räthselhaft; aber daß in ihnen die künstliche Erzeugung von Gold und Silber behandelt wird, auf sie bezügliche angebliche Versuche berichtet werden und eine in meist unverständlichen Vorschriften sich aussprechende experimentale Richtung vertreten ist, lassen sie erkennen. Als allgemeinere Aufgabe, welche bearbeitet wurde und deren Bearbeitung chemische Kenntnisse zusammenfassen ließ, steht in jener Zeit die Metallveränderung und namentlich die Metallveredlung da; man versuchte diese Aufgabe zu lösen durch Abänderung der Eigenschaften der unedlen Metalle, namentlich durch Mittheilung der Farbe eines edlen Metalles an dieselben. Die Unverständlichkeit der in diesen Aufsätzen gebrauchten Nomenclatur und daß in ihnen unzweifelhaft Fictionen als Erprobtes hingestellt werden, erschwert die Gewinnung eines Urtheils darüber, welchen Zuwachs an empirischen Kenntnissen die Chemie etwa dieser frühesten Zeit der Alchemie verdankt. Das Wichtigste in dieser Beziehung ist die Ausbildung der Destillation, welche mit Benutzung relativ vervollkommneter Apparate mindestens im vierten Jahrhundert bekannt war. Auf Anderes, bessere Kenntniß einzelner Thatsachen Betreffendes ist in der vorliegenden Schrift nicht einzugehen; kurz mag hier nur, anknüpfend an eben Gesagtes bemerkt werden, daß außer der, bereits den Alten bekannt gewesenen Gelbfärbung des Kupfers durch gewisse (zinkhaltige) Substanzen auch die Weißfärbung desselben Metalles

Digitized by Google

durch gewisse (arsenhaltige) Substanzen bekannt war, und beide Färbungen für die Beschäftigung mit Metallveredlung besonders wichtig gewesen zu sein scheinen. Wenig im Ganzen bietet sich für die Entscheidung, ob und welche wichtigeren Thatsachen und Präparate damals etwa als neue bekannt waren, Dem, welcher nicht auf Vermuthungen und kühne Deutung einzelner Ausdrücke sich verlassen mag; und auch in theoretischer Beziehung läßt sich ein erheblicher Fortschritt in den Ansichten über die Zusammensetzung der Körper, oder auch nur eine wesentliche Abänderung oder weitere Ausbildung derselben, nicht constatiren. Die alchemistischen Behauptungen und Bestrebungen jener Zeit entsprechen noch ganz der Ansicht, die in des Aristoteles Lehre ihren Ausdruck gefunden hatte: daß dieselbe Grundmaterie, nur mit verschiedenen Eigenschaften ausgestattet, das ausmache, was wir verschiedene Körper nennen. Daß Eigenschaften eines Metalles abgeändert werden können, war erkannt; die Abänderung aller Eigenschaften eines Metalles, so daß ein ganz anderes als das ursprünglich angewendete zum Vorscheine komme, wurde als möglich betrachtet. Schriftsteller aus der jetzt in Rede stehenden Zeit, welche zu den frühesten und anerkanntesten Autoritäten der Alchemie gezählt wurden, sprechen von der Verwandlung der Metalle als einer Umbildung der Form der Materie, vergleichbar der Bearbeitung von Stein oder Holz zu bestimmten Gegenständen ohne daß bei der künstlichen Anfertigung der letzteren die Materie selbst gemacht wird; und in ganz ähnlicher Weise wurde die Metallverwandlung, nicht wie wir sie jetzt auffassen müßten, als die Ueberführung einer einfachsten Art Materie in eine andere, sondern als die Abänderung der die Grundmaterie in gewisser Form hinstellenden Eigenschaften, noch im Mittelalter aufgefaßt.

Eine auf dem Gebiete der Chemie versuchte und die Ansichten der Chemiker bezüglich der Zusammensetzung der Körper während längerer Zeit beherrschende Ausbildung der Lehre des Aristoteles über die Ursache der Verschiedenheit der Körper findet sich zunächst bei den Arabern.

Digitized by Google

Darüber, wann und wo die Araber zuerst sich mit Chemie in der Richtung als Alchemie zu beschäftigen begannen, ist nichts Sicheres bekannt; wahrscheinlich ist es, daß ihnen in Aegypten nach der Eroberung dieses Landes (640) zuerst Bekanntschaft mit diesem Zweige des Wissens und Forschens zukam. Die ältesten Zeugnisse für solche Beschäftigung der Araber sind uns in Schriften enthalten, als deren Verfasser ein Angehöriger jenes Volkes gilt, welcher bei den Abendländern, unter Abkürzung und Abänderung des arabischen Namens, als Geber bezeichnet wurde. In dem achten Jahrhundert soll er gelebt haben; Zuverlässiges ist über ihn nicht bekannt, und der Inhalt seiner Schriften nur aus lateinischen Uebersetzungen derselben, bezüglich deren Anfertigung, und wie weit sie Geber's Aussprüche treu wiedergeben, uns auch genauere Kenntniß mangelt. In diesen Schriften faßt Geber, wie er in der wichtigsten derselben (der in den Uebersetzungen als Summa perfectionis magisterii bezeichneten) selbst angiebt, zusammen, was in noch älteren Büchern über die Metallverwandlung gelehrt war.

Die Metallverwandlung und speciell die Abänderung der unedlen Metalle zu edlen ist die Aufgabe der Wissenschaft, über welche Geber schreibt; dazu, diese Aufgabe zu lösen, dient die Kenntniß gewisser Substanzen und Operationen; die Ansicht, daß diese Aufgabe lösbar sei, beruht auf einer Vorstellung von der Zusammensetzung der Metalle. Nach diesen beiden Richtungen hin: der practisch-chemischen und der theoretisch-chemischen, enthalten Geber's Schriften deutlichere Angaben, als irgend welche aus noch früherer Zeit uns zugekommene.

Sachkundig weiß Geber mittelst der dem Chemiker wichtigsten Operationen: des Auflösens, des Filtrirens, des Krystallisirens und des Fällens, des Destillirens und des Sublimirens aus gegegebenen Körpern neue hervorzubringen oder weniger reine zu reinigen. Materialien, wie Vitriol, Alaun, Salpeter, Salmiak werden von ihm neben den schon früher allgemeiner bekannten Körpern zur Darstellung neuer Substanzen benutzt. Die Kenntniß der Salpetersäure und daraus zu bereitenden Königswassers,

Digitized by Google

vielleicht schon der Schwefelsäure findet sich bei ihm; die Darstellung einer ziemlichen Anzahl von Metallverbindungen, wie diese durch Behandlung von Metallen mit Säuren, mit Schwefel u. a. erhalten werden können, wird bei ihm gelehrt; Quecksilberoxyd und Quecksilbersublimat sind ihm bekannt und manche andere Präparate, deren vollständigere Aufzählung hier nicht zu geben ist.

Denn wichtiger für uns, als die detaillirtere Kenntnißnahme von den practischen Erfahrungen, die damals bereits gemacht waren, ist die Erinnerung an die in Geber's Schriften dargelegte Theorie über die Zusammensetzung der Metalle: an die erste Theorie, welche von der Chemie darüber aufgestellt worden ist, wie die Verschiedenheit der Glieder einer gewissen Classe von Körpern auf ungleicher Zusammensetzung derselben beruhe. An die Aristotelische Lehre schließt sich diese Theorie noch an: Die Aristotelischen Elemente werden noch anerkannt, und zwar jetzt, wie es auch später öfters geschehen, mehr in dem Sinne discreter entferntester Bestandtheile, als Dies wohl der ursprünglichen Lehre des Stagiriten entspricht; aber angenommen wird auch, daß diese Elemente Substanzen zu bilden vermögen, welche mit einander sich vereinigend in Dem, was resultirt, fortexistiren und Bestandtheile von Verbindungen in chemischem Sinne abgeben. Für die Metalle wird die Ansicht entwickelt, daß sie im Wesentlichen Verbindungen aus denselben zwei Grundbestandtheilen seien, deren einer als Quecksilber, der andere als Schwefel bezeichnet wird. Nicht auf einem, den Kern dieser Lehre präcis angebenden Ausspruche jener frühen Zeit fußen wir, sondern den Eindruck der oft unbestimmten Darlegungen Geber's auf uns geben wir wieder, wenn wir sagen, daß man für besonders characteristische Eigenschaften der Metalle oder der Mehrzahl derselben solche Substanzen als Träger dieser Eigenschaften angenommen habe, an welchen die letzteren in hervorstechendster Weise sich zeigen: als Träger der Dehnbarkeit, der Schmelzbarkeit, des Glanzes das schmiegsame flüssige glänzende Quecksilber, wie als Träger der Veränderlichkeit durch Feuer den der Einwirkung des Feuers

Digitized by Google

vorzugsweise leicht unterliegenden Körper, den Schwefel. Bestimmter als darüber, auf welche Vorstellung hin man die Substanzen, welche als Queckſilber und Schwefel benannt ſind, als Grundbeſtandtheile in den Metallen angenommen habe, ſind die Aeußerungen Geber's darüber, daß und wie die Metalle aus dieſen Subſtanzen zuſammengeſetzt ſeien. Die Verſchiedenheit der Metalle beruhe darauf, daß ſie dieſe zwei Grundbeſtandtheile in verſchiedenem Verhältniß und in ungleichem Grade der Reinheit oder mit etwas unter ſich abweichenden Eigenſchaften begabt in ſich enthalten. Was als Queckſilber und was als Schwefel bezeichnet in den verſchiedenen Metallen enthalten ſei, könne reiner oder unreiner, feiner oder gröber, mehr oder weniger fix, auch verſchiedenfarbig ſein; die edlen Metalle, das Gold und das Silber, ſeien reich an reinem Queckſilber und enthalten reineren Schwefel, das erſtere weißen und das letztere rothen; in den anderen Metallen ſeien die Grundbeſtandtheile weniger rein, gröber, der Schwefel auch von verſchiedener Färbung. Die Metallverwandlung beruhe auf der Abänderung des Verhältniſſes der Grundbeſtandtheile und auch auf der Abänderung der Eigenſchaften der letzteren. Was in dieſen Anſichten für die Entwickelung der Chemie Wichtigkeit hat, iſt der Gedanke, daß die Eigenſchaften der hier in Betracht genommenen Körper bedingt ſein ſollen durch die Art und das Verhältniß der in ihnen enthaltenen Beſtandtheile: nicht etwa nur im Allgemeinen wird ausgeſprochen, daß die edlen Metalle den als Queckſilber, die unedlen den als Schwefel bezeichneten Beſtandtheil in größerer Menge enthalten, ſondern namentlich auch für das chemiſche Verhalten wird Erklärung desſelben aus dem Gehalt an einem gewiſſen Beſtandtheil verſucht; ſo z. B. für das ungleiche Verhalten der verſchiedenen Metalle zu Queckſilber daraus, daß nur ſelbſt ſchon an Queckſilber reichere ſich leichter mit Queckſilber vereinigen, oder für das verſchiedene Verhalten der Metalle bei Einwirkung des Feuers daraus, daß die an Schwefel, dem als Träger der Verbrennlichkeit angenommenen Beſtandtheil, reicheren Metalle ſich vorzugsweiſe bei jener Einwirkung verändern.

Digitized by Google

Wie solche Ansichten in's Einzelne entwickelt wurden, wie der Annahme von Bestandtheilen, welche Träger gewisser und namentlich auch chemischer Eigenschaften seien, das Zurückgreifen auf die Aristotelischen Elemente auch behufs der Erklärung einzelner chemischer Vorgänge beigesellt war, bespreche ich nicht eingehender. Die Erinnerung an die Annahme jener Bestandtheile war hier nöthig, danach wie diese Annahme lange Zeit hindurch unverändert und später noch umgebildet und erweitert die Vorstellungen der Chemiker beherrschte; aber eine ausführlichere Erörterung ist hier nicht nöthig, sofern der Einfluß jener Ansichten für die Zeit ein erloschener ist, innerhalb deren die Entwickelung der Chemie genauer zu betrachten die Hauptaufgabe des vorliegenden Buches ist.

Während längerer Zeit kommt den chemischen Kenntnissen, wie sie in Geber's Schriften zusammengefaßt sind, keine erhebliche Vermehrung zu. Die hier ausgesprochenen Ansichten haben ungeändert Geltung für Diejenigen unter den Arabern, welche sich nach dem achten Jahrhundert mit Chemie beschäftigten; sie bleiben in Geltung für die Abendländer, bei welchen bereits im dreizehnten Jahrhundert die Beschäftigung mit Chemie in der Richtung als Alchemie eine verbreitete ist. Fehlt uns auch genauere Kenntniß darüber, auf welchen Wegen und durch welche Personen die Bekanntschaft mit der Alchemie für die Bewohner des christlichen Abendlandes vermittelt wurde, so zeugt doch die Uebereinstimmung der Auffassung dieses Gegenstandes mit der bei den Arabern dargelegten, es zeugt die häufige Bezugnahme auf arabische Autoritäten dafür, daß auch auf diesem Gebiete die Abendländer Das, was man wußte oder zu wissen glaubte, den Arabern verdankten. Die hervorragendsten Geister des dreizehnten Jahrhunderts wenden der Chemie Beachtung zu; der Deutsche Albert von Bollstädt (1193—1280), um seines vielseitigen Wissens willen Albert der Große genannt, und der Engländer Roger Bacon (1214—1294 etwa), welcher so selbstständige Ansichten über die Betreibung und die Aussichten

Digitized by Google

der Naturwissenschaften ausgesprochen hat, erörtern die Metallverwandlung und auf was sie sich gründe; Raymund Lull aus Majorca (1235—1315) soll, wie früher allgemeiner als jetzt geglaubt wurde, neben allen seinen anderen kirchlichen und wissenschaftlichen Bestrebungen auch mit Alchemie sich beschäftigt haben, und Arnald von Villanova (1235 o. 1248—1312 o. 1314), aus Catalonien oder Süd-Frankreich gebürtig, war nicht nur als Arzt sondern auch wegen seiner Kenntnisse in der Alchemie und seiner Schriften über dieselbe hochberühmt; eine Anzahl anderer, mehr oder weniger sonst noch bekannter Männer wird genannt, welche in jener Zeit über Alchemie geschrieben haben oder geschrieben haben sollen. Ueber der alchemistischen Literatur jener Zeit schwebt eine gewisse Unsicherheit; bezüglich einer größeren Zahl von Schriften, welche als den hier genannten Männern, als Anderen zugehörig Verbreitung fanden und Ansehen genossen, ist es zweifelhaft, ob sie wirklich von Denselben verfaßt sind, und bezüglich einzelner läßt sich kaum mehr bestreiten, daß sie Producte späterer Zeit und jenen Celebritäten nur untergeschoben seien. Die eben hervorgehobene Unsicherheit, der frühere Irrthum in der Beilegung von Schriften an Solche, die sie nicht verfaßt hatten, die jetzt noch vorhandene Schwierigkeit der Beurtheilung beruht vielfach darauf, wie das Wissen der hervorragendsten Repräsentanten des dreizehnten Jahrhunderts auch auf diesem Gebiet ein unselbstständiges war und sich in der Hauptsache auf die Aneignung anerkannter früherer Lehren beschränkte; die Reproduction dieser Lehren als das Wesentliche des Inhaltes abgebend ist vielen Schriften jener Zeit gemeinsam, und wie sie hierin übereinstimmen erschwert die Entscheidung, welche von diesen Schriften älter und welche neuer, welche den für sie als Verfasser Angegebenen wirklich zuzusprechen seien und welche nicht. Hier ist nur zu bemerken, daß die, den geistig Bedeutendsten unter Denjenigen, welche im dreizehnten Jahrhundert über Chemie geschrieben haben, unzweifelhaft zugehörigen Schriften zwar nicht erhebliche experimentale Arbeiten, wohl aber die Anerkennung nachweisen, daß die künst-

Digitized by Google

liche Erzeugung edlen Metalles möglich sei. Diese Anerkennung fehlt damals nie, äußert sie sich auch bei Verschiedenen etwas ungleich; sie fehlt nicht bei Albert dem Großen, wenn Dieser auch in seiner Schrift de rebus metallicis et mineralibus zurückhaltender ist, mehr die Ansichten Anderer wiedergiebt als seine eigene Ueberzeugung ausspricht, und selbst die Dunkelheit einzelner alchemistischer Lehren nicht verkennt und auf Täuschungen in den angeblichen praktischen Resultaten der Alchemisten aufmerksam macht; sie tritt entschiedener bei Anderen hervor, wie z. B. bei Roger Bacon in den kleineren alchemistischen Tractaten Desselben und in dem Opus tertium, wo er geradezu diese Bereitung der edlen Metalle unter die Aufgaben zählt, durch deren Lösung die praktische Alchemie sich nützlich machen könne. Ganz unfruchtbar bleibt noch die von Bacon ausgesprochene Ansicht, neben der praktischen Alchemie gebe es auch eine speculative, welche letztere ihm als ein Theil der Naturwissenschaft vorschwebt, der sich mit allen leblosen Körpern und namentlich der Entstehung derselben aus den Elementen zu befassen habe. — Mit der Anerkennung des Strebens, die Metallveredlung durch die Darstellung eines als Elixir oder Stein der Weisen bezeichneten Mittels zu bewirken, verbindet sich jetzt, deutlicher ausgesprochen als früher, selbst bei Männern von solchem Scharfblick wie Roger Bacon, der unbeschränkte Ausdruck des Glaubens daran, daß jenes Mittel auch heilkräftig wirke, daß auf chemischem Wege ein Präparat darzustellen sei, welches den Menschen Gesundheit und Verlängerung des Lebens auf Jahrhunderte sicheren könne.

Als die eigentliche Aufgabe der Chemie wird immer noch, wie bei den Arabern, die künstliche Hervorbringung der edlen Metalle aus unedlen betrachtet, und unverändert gelten auch die Ansichten, welche Geber und seinen Landsleuten die Lösung dieser Aufgabe als möglich erscheinen ließen. Die alchemistischen Schriftsteller des dreizehnten Jahrhunderts wiederholen die Lehre, daß die Metalle aus Quecksilber und Schwefel bestehen, und die Angaben der Araber darüber, wie diese Bestandtheile in den verschiedenen Metallen nach ungleichem Verhältniß, mit un-

Digitized by Google

gleichem Grade der Reinheit u. s. w. enthalten seien; anerkannt wird dabei auch noch die Aristotelische Lehre über die Ursache der Verschiedenheit der Körper, und zwar so — dürfen wir ältere Auffassungen durch neuere Ausdrucksweise erläutern —, daß die Aristotelischen Elemente als die entfernteren, Quecksilber und Schwefel als die näheren Bestandtheile der Metalle betrachtet werden. Ein solcher Zwiespalt der Lehrmeinungen existirte damals noch nicht, wie er später eintrat, als die Physiker noch an die Aristotelischen Elemente, die Chemiker nicht mehr an diese, sondern nur an gewisse, als Principien bezeichnete chemische Grundbestandtheile der Körper glaubten; bei einem und demselben Gelehrten (bei Albert dem Großen z. B.) werden für die Erklärungen des physikalischen Verhaltens der Körper vorzugsweise die Aristotelischen Elemente, für die Erklärungen des chemischen Verhaltens vorzugsweise die chemischen Grundbestandtheile in Betracht gezogen, ohne daß jedoch eine consequente Scheidung dieser beiden Erklärungsweisen nach der einen und nach der anderen Richtung hin vorhanden wäre. Selbst über die Classe der Metalle hinaus werden in dieser oder einer nahekommenden Zeit schon Quecksilber und Schwefel als die chemischen Bestandtheile der Körper genannt; in dem, dem Raymund Lull zugeschriebenen Testamentum wird gelehrt, daß jeglicher Körper, substantialiter aus den vier (Aristotelischen) Elementen zusammengesetzt, aus Quecksilber und Schwefel bestehe.

Wir verweilen hier nicht in längerer Betrachtung der Zeit vom dreizehnten Jahrhundert bis gegen das Ende des fünfzehnten, in welcher die Alchemie mehr und mehr an Verbreitung aber kaum in Erweiterung des mit ihr verwachsenen chemischen Wissens zunahm. Nicht die Geschichte der Alchemie ist hier zu geben, sondern nur an Das im Allgemeinen zu erinnern, was während der Zeit, wo die Chemie ausschließlich in der Richtung als Alchemie gepflegt wurde, bezüglich der Zusammensetzung der Körper gelehrt und geglaubt wurde.

Digitized by Google

Eine Erweiterung dieser Lehren bildet sich gegen das Ende des fünfzehnten Jahrhunderts aus. Solche Träger chemischer Eigenschaften, wie man sie unter der Bezeichnung Quecksilber und Schwefel als Grundbestandtheile der Metalle angenommen hatte, nimmt man auch in anderen Körpern zur Erklärung des chemischen Verhaltens derselben an; den zwei eben genannten Grundbestandtheilen gesellt man noch einen dritten hinzu, und was man unter den beiden ersteren versteht ändert sich etwas. Diese Erweiterung der Ansichten über die chemische Grundmischung der Körper scheint sich langsam vorbereitet zu haben. Eines, wenn nicht dem dreizehnten, doch wohl dem vierzehnten Jahrhundert angehörigen Ausspruches, daß Quecksilber und Schwefel die Grundbestandtheile aller Körper und nicht nur der Metalle seien, wurde soeben gedacht. Andererseits geht ebensoweit die Bezeichnung „Salz" für das Feuerbeständige in einigen Körpern zurück, und jetzt noch erinnern uns einzelne, nicht ganz außer Gebrauch gekommene Benennungen an die ältere Bedeutung jener Bezeichnung, wie z. B. die bereits in jener Zeit sich findende des bei dem Calciniren des Weinsteins Feuerbeständigen als Sal tartari; bei einem an das Ende des vierzehnten Jahrhunderts gesetzten alchemistischen Schriftsteller, Isaak dem Holländer, ist die Rede von dem salzigen und erdigen Grundbestandtheile der Metalle. Aber in bestimmterer Weise findet sich die Ansicht, daß alle Körper aus drei, als Quecksilber, Schwefel und Salz bezeichneten Grundbestandtheilen zusammengesetzt seien, wohl zuerst in einzelnen der Schriften gelehrt, als deren Verfasser Basilius Valentinus genannt wird.

Auch noch in Beziehung auf diese Schriften und namentlich über die Zeit ihres Verfassers (welcher sich selbst als Deutschen zu erkennen giebt) herrscht Unsicherheit; am Wahrscheinlichsten ist, daß sie gegen das Ende des fünfzehnten Jahrhunderts geschrieben worden seien. Merkwürdig sind diese Schriften durch den Nachweis von Fortschritten in der Kenntniß chemischer Präparate (die Darstellung vieler, u. a. der Salzsäure wird in ihnen zuerst gelehrt) und in der empirischen Kenntniß chemischer

Digitized by Google

Vorgänge überhaupt; merkwürdig ist die erfolgreiche Beschäftigung mit der Umwandlung Eines Rohmaterials (des Grauspießglanzerzes) in die verschiedenartigsten Substanzen, wie sie der „Triumphwagen des Antimonii" bezeugt: eine Monographie, welche für jene Zeit einzig dasteht. Wir haben uns hier zu beschränken auf die Kenntnißnahme Dessen, was diese Schriften (ich nenne die theilweise so weitschweifigen Titel der einzelnen nicht) über die Zusammensetzung der Körper im Allgemeinen lehren. Auch bei Basilius Valentinus findet sich noch Bezugnahme auf die Aristotelischen Elemente und Anerkennung, daß aus diesen die Grundbestandtheile der Körper bestehen. Als solche Grundbestandtheile werden aber bei ihm drei, als Quecksilber, Schwefel und Salz bezeichnete angenommen, ausdrücklich als die Körper aller Naturreiche zusammensetzend, und für die verschiedenen Körper desselben Reiches, z. B. für die verschiedenen Metalle wird wiederum gesagt, die Ungleichheit des Zusammensetzungsverhältnisses sei die Ursache ihres verschiedenen Verhaltens. Bestimmter als früher wird darauf aufmerksam gemacht, daß die mit den eben angegebenen Namen bezeichneten Grundbestandtheile keineswegs mit den eben so benannten darstellbaren Substanzen (dem metallischen Quecksilber, dem gewöhnlichen Schwefel, dem gemeinen Salz) identisch seien. Weniger bestimmt, als dies im sechszehnten Jahrhundert geschah, wird angegeben, für welche Eigenschaften jeder der angenommenen Grundbestandtheile Repräsentant sei; mit der Brennbarkeit wird hier auch noch die Farbe als auf dem Gehalte an s. g. Schwefel beruhend betrachtet; undeutliche Hinweisung darauf findet sich, daß die Bezeichnung Quecksilber auf Das gehe, was nicht brennbar aber flüchtig ist, und daß das als Salz Bezeichnete das Feuerbeständige sei und in dem Gehalt an ihm die Befähigung zur Annahme des starren Zustandes liege.

So weit war die Chemie in ihren Auffassungen über die Zusammensetzung der Körper innerhalb der Zeit gekommen, in

Digitized by Google

welcher sie nur als Alchemie betrieben wurde. Aber jetzt tritt ein Wendepunkt in der Richtung ein, welche in der Beschäftigung mit Chemie zu verfolgen man beabsichtigt: nicht mehr die Metallveredlung sondern die Heilung der Krankheiten ist die Aufgabe, welche zu lösen die Chemie bestimmt sein soll und um deren Lösung willen jetzt die letztere vorzugsweise bearbeitet wird. Dieser Uebergang in den Ansichten über das eigentliche Ziel der Erwerbung und Förderung chemischer Kenntnisse erfolgt nicht plötzlich, sondern gegen das Ende des Zeitalters der Alchemie, welches uns bisher beschäftigte, tritt schon die Chemie der Heilkunde näher und näher, und innerhalb eines großen Theiles des nun zu betrachtenden Zeitalters der medicinischen Chemie bleibt die Berechtigung der alchemistischen Bestrebungen noch anerkannt. Oben (S. 18) wurde bereits daran erinnert, wie in dem Mittelalter an die Möglichkeit geglaubt wurde, daß mittelst chemischer Kunstgriffe eine Substanz bereitet werden könne, deren Gebrauch die Gesundheit wiedergebe, das Leben verlängere. Eine engere Beziehung zwischen der Medicin und der Chemie wurde dadurch eingeleitet, daß für viele neu entdeckte chemische Präparate kräftige Heilwirkungen erkannt oder gepriesen wurden. Mehr als irgend früher findet sich die Bereitung chemischer Präparate um der arzneilichen Anwendung der letzteren willen bei Basilius Valentinus gelehrt, welchem jedoch immer noch die Verwandlung unedler Metalle in edle, die Darstellung des Steins der Weisen als das Ziel vorschwebte, das der Chemie eigentlich vorgesteckt sei. So war eine Verschmelzung der Chemie mit der Medicin vorbereitet; in der ersten Hälfte des sechszehnten Jahrhunderts wird sie durch Paracelsus verkündigt und bei Vielen zur Geltung gebracht.

Paracelsus (1493—1541) trat als Reformator der Heilkunde auf durch Bekämpfung der Autorität, welche von den Vertretern dieser Wissenschaft den Lehren des Galen und der Demselben folgenden Araber immer noch und ausschließlich zuerkannt wurde, durch das Geltendmachen der Berechtigung zu selbstständ-

Digitized by Google

digen Ansichten, durch das Hindrängen zu der Benützung Dessen, was die Naturforschung lehre. Unter den Naturwissenschaften war es namentlich die Chemie, welche er als für die Heilkunde wichtig ansah; chemische Vorstellungen lagen wesentlich den Ansichten zu Grunde, die er über die Ursache und die Heilung der Krankheiten aussprach, und in der Bereitung von Heilmitteln sah er die hauptsächlichste Aufgabe der Chemie, welche er indessen auch noch als die Mittel zur Metallverwandlung gebend betrachtete. Dadurch, wie Paracelsus die Chemie aus der ausschließlich alchemistischen Richtung in den engsten Verband mit der Medicin brachte, leitete er auch für die erstere Wissenschaft ein neues Zeitalter ein; nicht dadurch, daß er in der Chemie selbst neue Lehrmeinungen aufgestellt hätte. Denn der Kern von Paracelsus' Lehren über die chemische Zusammensetzung der Körper lehnt ganz an die Vorstellungen an, welche als in des Basilius Valentinus Schriften enthalten bereits erörtert wurden.

Aus drei, als Queckſilber, Schwefel und Salz bezeichneten Grundbestandtheilen sind auch nach Paracelsus alle Körper zusammengesetzt, und auch bei ihm steht diese Lehre nicht als eine der Aristotelischen entgegengesetzte da, sondern jene drei Grundbestandtheile sollen allerdings in einem, uns freilich nicht verständlichen Zusammenhange mit den vier Elementen stehen. Aber ungleich bestimmter, als Dies früher geschehen war, sprach sich Paracelsus darüber aus, welche chemischen Eigenschaften durch jene Grundbestandtheile repräsentirt seien, das Vorhandensein welches chemischen Verhaltens in der Annahme des Gehaltes an dem einen oder dem anderen derselben seinen Ausdruck finde. Wenn er (in dem Opus paramirum z. B.) behauptet, daß in die Zusammensetzung jedes Körpers Schwefel, Queckſilber und Salz eingehen und unsichtbar darin enthalten seien, so fügt er auch hinzu, wie diese drei Bestandtheile zur Anschauung gebracht werden können: bei dem Brennen eines Körpers zeige sich der Gehalt desselben an s. g. Schwefel, denn nur dieser sei brennbar; was wegrauche, sei das s. g. Queckſilber, denn nur diesem Be-

Digitized by Google

ſtandtheile komme die Eigenſchaft zu, im Feuer ohne zu verbrennen zu entweichen; und in dem Rückſtande von der Verbrennung oder in der Aſche habe man den als Salz bezeichneten Beſtandtheil. In gewiſſem Sinne ſich gemeinſam Verhaltendes wurde unter Einer Benennung zuſammengefaßt, und das Begabtſein mit gemeinſamer Eigenſchaft als auf dem Gehalt an demſelben Beſtandtheile beruhend betrachtet. Wie ſich die Körper bei Einwirkung des Feuers in dreifach verſchiedener Weiſe verhalten, ließ zunächſt die drei Grundbeſtandtheile, jeden als Träger einer beſonderen Art des Verhaltens, unterſcheiden; in zweiter Linie wurden noch andere Eigenſchaften als auf dem Gehalt an dieſen Beſtandtheilen beruhend hingeſtellt: das Wachsthum der Körper als auf dem an ſ. g. Schwefel, der flüſſige Zuſtand als auf dem an Queckſilber, der ſtarre Zuſtand als auf dem an Salz. Dreierlei einfachere Subſtanzen: Brennbares, unzerſetzt Verflüchtigbares und Feuerbeſtändiges, exiſtiren nach dieſer Lehre; mit den eben angegebenen Namen werden ſie bezeichnet, in welchem Körper ſie ſich auch vorfinden oder aus welchem Körper ſie bei chemiſcher Veränderung deſſelben zum Vorſcheine gebracht werden können. In dieſem Sinne wird behauptet, daß alle Körper, mineraliſche, vegetabiliſche und animaliſche, aus ſchwefeligem, queckſilberigem und ſalzigem Beſtandtheile zuſammengeſetzt ſeien. Nicht aber iſt Das, was unter der Bezeichnung Schwefel oder Queckſilber u. ſ. w. hier als Beſtandtheil angenommen wird, immer ganz daſſelbe oder mit dem für ſich Darſtellbaren gleichen Namens (dem gemeinen Schwefel u. ſ. w.) identiſch. Eine gewiſſe Verſchiedenartigkeit Deſſen, was mit demſelben Namen zu bezeichnend als in den verſchiedenen Körpern enthalten anzunehmen ſei, wurde ausdrücklich zugeſtanden; vielfältig ſei das als Schwefel, das als Queckſilber, das als Salz Benannte in den verſchiedenen Körpern, ungleich in den verſchiedenen Mineralien z. B., ungleich ſelbſt in den verſchiedenen Theilen des menſchlichen Körpers. Denn auch der menſchliche Körper iſt nach Paracelſus aus dieſen drei Grundbeſtandtheilen zuſammengeſetzt, und dazu, daß nun die Chemie und die

Digitized by Google

Medicin verschmelzen, trägt die Aufstellung der Lehre wesentlich bei, die Gesundheit des Organismus beruhe auf normalem Gehalt an diesen Bestandtheilen, Krankheit auf einer Abänderung des normalen Verhältnisses derselben.

Was Paracelsus über die Beziehungen zwischen der Heilkunde und der Chemie, was er über die chemischen Grundbestandtheile der Körper lehrte, fand viele Anhänger, viele Gegner. Den, lange sich hinziehenden Streit zwischen beiden Parteien verfolgen wir nicht; nur was die Stellung und die Entwickelung der Chemie in der zunächst auf Paracelsus folgenden Zeit bezeichnet, ist hier hervorzuheben. — Die Chemie wird jetzt, und bis gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts, vorzugsweise in der Richtung bearbeitet, daß sie der Heilkunde diene: sei es in engerer Verknüpfung mit dieser Wissenschaft unter Anerkennung der Paracelsischen Aussprüche oder unter Zugrundelegung anderer Ansichten darüber, daß die Gesundheit, die Krankheiten, die Heilung des menschlichen Körpers wesentlich durch chemische Verhältnisse und Vorgänge bedingt und auf Grund chemischer Betrachtungen richtig aufzufassen seien, sei es in loserem Verbande, sofern die Chemie zunächst als eine Hülfswissenschaft für die Medicin angesehen wurde: als die Kunst, wirksame Arzneien zu bereiten. Außer nach dieser, vorzugsweise eingehaltenen Richtung findet die Chemie in jener Zeit aber auch noch nach anderen Richtungen Bearbeitung und Pflege: so namentlich in der technisch-chemischen, und auch noch in der früher so beharrlich eingehaltenen als Alchemie. — Was die Zusammensetzung der Körper betrifft, bleibt den Paracelsischen Lehren auch noch bis an das Ende des oben angegebenen Zeitraumes Geltung; aber wiederum nicht ausschließliche. Andere Ansichten darüber, welche Bestandtheile als letzte im chemischen Sinne anzuerkennen seien, werden auch aufgestellt; oder es tritt selbst die Frage, welche Grundbestandtheile die verschiedenen Körper zusammensetzen, gegen die zurück, welche Substanzen als vorzugsweise chemisch-wirksame namentlich für das Verhalten des mensch-

Digitized by Google

lichen Organismus im gesunden und im kranken Zustand in Betracht zu ziehen seien.

Für das s. g. Zeitalter der medicinischen Chemie, welches durch Paracelsus eingeleitet sich bis gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts erstreckt, findet sich also nicht mehr eine solche Gleichförmigkeit der Ansichten über die Richtung, in welcher die Chemie zu bearbeiten sei, und darüber, was bezüglich der Zusammensetzung der Körper für wahr zu halten sei, wie sie für das s. g. Zeitalter der Alchemie, von Geber bis vor Basilius Valentinus, geherrscht hatte. Eine größere Mannichfaltigkeit der Richtungen und Meinungen zeigt sich jetzt, im Zusammenhange damit, daß die Zahl Derjenigen, welche sich mit Chemie beschäftigen, eine ungleich größere ist als früher; vergrößert ist jetzt diese Zahl namentlich dadurch, daß der Glaube an Das, was die Chemie für die Heilkunde zu leisten vermöge, Viele neben der letzteren zugleich der ersteren sich zuwenden läßt. Aber nur für wenige, besonders hervorragende Repräsentanten der Chemie aus jener Zeit ist kurz anzugeben, welchen Richtungen sie folgten und was sie über die Zusammensetzung der Körper lehrten.

Unter den Zeitgenossen des Paracelsus war Einer ausgezeichnet durch seine Kenntnisse in der Chemie, namentlich soweit die letztere für die Metallurgie und die Probirkunst Bedeutung hat: der Deutsche G. Agricola (1490—1555). Aber des Paracelsus Lehre fand bei Agricola keine Beachtung, und selbst Das, aus was jene Lehre hervorgegangen war: die ältere Ansicht über die Zusammensetzung der Metalle aus zwei als Schwefel und Queckfilber bezeichneten Bestandtheilen, bestritt Agricola, welcher, auch was die Ursache der Verschiedenartigkeit der Körper und chemischer Veränderungen derselben betrifft, nur die Aristotelischen vier Fundamentalqualitäten und vier Elemente in Betracht zog.

Wie Viele dann auch im sechszehnten Jahrhundert sich zu des Paracelsus Lehre über die Zusammensetzung der Körper aus den drei s. g. chemischen Principien (Schwefel, Queckfilber

Digitized by Google

und Salz) bekannten: nicht Einer war unter ihnen, welcher die Chemie so gefördert oder in solcher Weise selbstständig vertreten hätte, daß seiner in dieser rascheren Uebersicht der früheren chemischen Leistungen und Ansichten auch nur etwas eingehender zu gedenken wäre. Und noch weniger Anlaß zu solcher Besprechung könnten uns aus jener Zeit Diejenigen bieten, welche jene Lehre und zugleich mit ihr das Hereinziehen der Chemie in die Medicin überhaupt bekämpfend den Fortschritten der ersteren mehr feindlich als fördernd waren.

Was an chemischem Wissen bis zu dem Ende des sechszehnten Jahrhunderts erlangt war, besaß der Deutsche A. Libavius (er starb 1616) in umfassenderer Weise, als irgend einer seiner Zeitgenossen, und unübertroffen war damals, wie er dieses Wissen in seinen zahlreichen Schriften zusammenstellte. Libavius' chemische Kenntnisse sind zum weitaus überwiegenden Theile von Früheren her ihm überkommen, hat gleich er mannichfaltige neue Wahrnehmungen dem schon vor ihm Bekannten hinzugefügt. Und weniger finden wir bei ihm neue chemische Lehren behauptet, oder bereits aufgestellte selbstständig beurtheilt und vertreten, als vielmehr frühere Ansichten wiedergegeben, und zwar verschiedene, ohne daß den einen consequent der Vorzug vor den andern zuerkannt würde. Die vorwaltende Richtung jener Zeit spiegelt sich darin, wie auch Libavius die Chemie als zunächst zu der Medicin in Beziehung stehend betrachtet. Sein als Alchemia betiteltes, 1595 zuerst veröffentlichtes Werk, welches als das erste eigentliche Lehrbuch der Chemie zu betrachten ist, lehrt die Chemie als die Kunst kennen, heilkräftig wirkende Präparate darzustellen; und ausdrücklich wird hier gesagt, daß jetzt die Chemie vorzugsweise der Heilkunde diene, während sie sich vorher hauptsächlich den auf Metalle bezüglichen Arbeiten zugewendet habe. Aber auch die frühere Richtung der Chemie ist in Libavius' Werken noch vertreten: die Alchemie im Sinne als Metallveredlungskunst, bald vorsichtiger beurtheilt, bald ausdrücklich anerkannt. Und was die Frage betrifft, auf was die Ungleichartigkeit der verschiedenen Körper beruhe, so finden sich gleichfalls bei Libavius

Digitized by Google

neuere und ältere Auffassungen vorgeführt: in verschiedenen Schriften, oder selbst in verschiedenen Theilen derselben Schrift, bald die Darlegung der Paracelsischen Lehre, daß drei, als Schwefel, Quecksilber und Salz bezeichnete Principien alle Körper zusammensetzen, bald die Zustimmung zu der älteren Ansicht, nach welcher die Metalle nur zwei, als Schwefel und Quecksilber bezeichnete Grundbestandtheile in sich enthalten, bald Bezugnahme auf die Aristotelischen Elemente und Fundamentalqualitäten.

Libavius entschied sich nicht für Eine dieser verschiedenen Ansichten, welche er hinstellte, als ob sie neben einander anzuerkennende wären. Die Meisten, welche damals sich mit der Chemie um ihrer Beziehungen zu der Medicin willen beschäftigten, waren weniger zurückhaltend und erklärten sich für die Paracelsische Lehre von den drei Grundbestandtheilen als für die, welche allein richtige Auskunft über die chemische Zusammensetzung der Körper gebe. Diese Lehre war die vorzugsweise angenommene bei Denen, welche in den ersten Decennien des siebenzehnten Jahrhunderts die Chemie in einer oder der anderen Richtung Fortschritte machen ließen; aber nicht so erheblich waren diese Fortschritte, nicht von solcher Wichtigkeit für die Entwicklung unserer Wissenschaft die Leistungen jener Anhänger der Paracelsischen Lehre, daß hier bei der Besprechung Einzelner zu verweilen wäre.

An Einen Mann, welcher in der ersten Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts wirkte, ist jedoch hier ausdrücklich zu erinnern: an den Niederländer J. B. van Helmont (1577—1644). Dazu veranlaßt, was ihm die Chemie an Erweiterung ihrer Kenntnisse und Ansichten verdankt, dazu namentlich auch, wie er der damals herrschenden Paracelsischen Lehre über die Grundbestandtheile der Körper widersprach. — Van Helmont gehört dem Zeitalter der medicinischen Chemie danach ganz an, wie bei ihm medicinisches und chemisches Wissen vereinigt war, wie er physiologische und pathologische Erscheinungen vielfach auf chemische

Digitized by Google

Vorgänge zurückzuführen suchte, wie er von der Chemie die Bereitung heilkräftig wirkender Präparate erwartete und als höchste Leistung die Darstellung eines von ihm geträumten allgemeinen Auflösungsmittels (des s. g. Alkahestes), welches auch das wirksamste Heilmittel sei. Mit mancherlei neuen Wahrnehmungen hat er die Chemie bereichert; wir gedenken hier nur der Leistungen, welche als besonders bedeutende über Das hinausführten, was man vor ihm gewußt und geglaubt hatte. — Bei ihm findet sich die erste Kenntniß der Existenz von Gasen: luftförmiger Körper, welche nach ihren Eigenschaften von der gewöhnlichen Luft sowohl als von Dämpfen verschieden seien; bei ihm findet sich die Beweisführung, daß gewisse Körper und namentlich die Metalle in den Producten der Einwirkung anderer Substanzen auf sie noch ihrer ganzen Natur nach enthalten seien, und damit ein damals so nöthiger Beitrag zur Erkenntniß des Begriffes einer chemischen Verbindung; bei ihm begegnen wir einer Beachtung quantitativer Verhältnisse — daß z. B. das Gewicht gewisser Substanzen bei dem Eingehen in chemische Verbindungen und nachherigem Wiederausscheiden aus denselben ungeändert bleibe —, wie sie vor ihm kaum je versucht worden war, wie sie nach ihm zu den wichtigsten Folgerungen geführt hat. — Mit Entschiedenheit erklärte sich van Helmont dagegen, daß die drei als Schwefel, Quecksilber und Salz bezeichneten Principien die Grundbestandtheile aller Körper seien. Er hob hervor, daß die Einwirkung der Hitze, bei welcher nach der Lehre des Paracelsus diese Principien zur Anschauung kommen sollen, keineswegs immer die einfacheren Substanzen von einander scheide, welche als Bestandtheile der Körper in diesen existirten, sondern oft neue Substanzen entstehen lasse; er machte geltend, wie mannichfaltig die Substanzen sind, welche aus verschiedenen Körpern zum Vorschein gebracht nach jener Lehre unter derselben Bezeichnung begriffen und als dasselbe Princip repräsentirend betrachtet werden, und daß diese Mannichfaltigkeit und Veränderlichkeit jedes jener drei Principien dem Begriff eines Grundbestandtheiles widerspreche. Aber mit gleicher Be-

Digitized by Google

stimmtheit sprach sich van Helmont auch gegen die Lehre des Aristoteles aus, wie diese damals aufgefaßt zahlreiche Anhänger hatte: daß in den verschiedenen Körpern vier, als Feuer, Wasser, Luft und Erde bezeichnete Substanzen als einfachste Bestandtheile enthalten seien. Er bekämpfte die Ansicht, daß Feuer etwas Materielles sei und als solches in die Zusammensetzung von Körpern eingehen könne; er bestritt, daß das als Erde Bezeichnete als Element zu betrachten sei. Luft und Wasser ließ er als die wahren Elementarstoffe gelten, und namentlich das Wasser betrachtete er als einen sehr verbreiteten, in die Mischung der verschiedenartigsten Körper — der mineralischen ebensowohl als der vegetabilischen und der animalischen — eingehenden Grundstoff.

Van Helmont's Bekämpfung der Paracelsischen Lehre, welche Grundbestandtheile in den verschiedenen Körpern anzunehmen seien, führte indessen nicht zu der Beseitigung derselben. Diese Lehre erhielt sich vielmehr noch, unverändert oder selbst in Versuchen weiterer Ausbildung bei Vielen; sie blieb noch immer eine der herrschenden Lehren, in einer Zeit, in welcher auch andere ältere Auffassungen und in welcher auch neue Ansichten über die letzten Bestandtheile der Körper Vertretung fanden. Solche Mannichfaltigkeit der Ansichten über diesen Gegenstand in dem siebenzehnten Jahrhundert hängt damit zusammen, in wie verschiedenartigen Richtungen damals die Beschäftigung mit Chemie sich bewegte. Wohl fand um die Mitte dieses Jahrhunderts die Chemie ganz besonders in der Verknüpfung mit der Heilkunde Pflege und Ausbildung. Aber noch glaubten Viele daran, daß das Ziel der Alchemie ein erreichbares sei; die technische Chemie, welche sich früher auf Metallurgie fast beschränkt hatte, machte Fortschritte auch außerhalb dieses Gebietes; und neben der Verbreitung und Erweiterung chemischer Kenntnisse um der Anwendungen und der Nützlichkeit willen, welche sie nach so verschiedenen Seiten hin versprachen, kamen in jener Zeit auch schon mehr und mehr Arbeiten und Betrachtungen, wenn gleich noch vereinzelt, zu Tage, welche in reinem naturwissenschaftlichem Streben unternommen und dargelegt sind. —

Digitized by Google

Beschäftigung mit Chemie nach sehr verschiedenen Richtungen zeigt uns in jener Zeit, als hier nicht zu übergehender Repräsentant derselben, der Deutsche J. R. Glauber (1603 o. 1604 — 1668). In seinen Schriften findet sich noch die alchemistische Tendenz früherer Jahrhunderte vertreten, aber auch das Bestreben, heilkräftige chemische Präparate darzustellen, und das Bemühen, von der Chemie durch Anwenden derselben auf die Gewerbe Nutzen zu ziehen. Erhebliche Förderung verdankt ihm dabei auch die Chemie an sich: durch die Construction zweckmäßigerer Apparate, durch das Ersinnen besserer Bereitungsmethoden für wichtige Substanzen, durch die Darstellung neuer Verbindungen und besonders noch durch die richtigere Auffassung des chemischen Verhaltens verschiedener Körper und die Vorbereitung einer Erklärung für dasselbe darin, wie er sich über die chemische Verwandtschaft, die Wirkungen der einfachen und der doppelten Wahlverwandtschaft ausgesprochen hat. Wohl hat er auch für die Erkenntniß der Zusammensetzung einzelner Verbindungen (mehrerer Salze, der später s. g. Chlormetalle z. B.) sich zu einer Einsicht erhoben, wie sie für seine Zeit nur immer möglich, wie sie dann eine länger festgehaltene war. Aber zur Berichtigung der Vorstellungen darüber, was die entferntesten Bestandtheile der Körper seien, trug er Nichts bei; wenig consequent sprach er in einer seiner Schriften von Schwefel, Quecksilber und Salz als den Principien aller Metalle, in einer anderen davon, daß wesentlich das Salz der Urstoff aller Dinge sei, in wieder einer anderen davon, daß alle Metalle und Mineralien aus Wasser und Erde ihren Ursprung nehmen.

An des Paracelsus Lehre über die Grundbestandtheile der Körper hielten im siebenzehnten Jahrhundert immer noch vorzugsweise Viele fest: entweder ganz im Einklange mit ihr die Zusammengesetztheit aller Körper aus drei, als Quecksilber, Schwefel und Salz zu bezeichnenden Principien anerkennend oder der Annahme dieser Principien noch die einiger anderer hinzufügend. Ungeändert fand diese Lehre zu van Helmont's Zeiten in Deutschland an D. Sennert (1572—1637) einen

Digitized by Google

namhaften Vertreter, und in den verschiedenen Ländern, in welchen man sich damals mit dem Studium der Chemie beschäftigte, auch nachher noch zahlreiche Anhänger. Etwas erweitert nur, nicht im Wesentlichen abgeändert, wurde diese Vorstellung, als nach der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts durch den Engländer Th. Willis (1621—1675), dann durch die Franzosen N. Lefebvre (gestorben 1674) und N. Lemery (1645—1715) u. A. die Behauptung aufgestellt und verbreitet wurde, daß nicht drei sondern fünf Principien existiren, als die Grundbestandtheile, aus welchen alle Körper zusammengesetzt seien und in welche dieselben zerlegt werden können: Queckſilber oder Geist, Schwefel oder Oel, Salz, Wasser oder Phlegma, und Erde; die drei ersten, länger schon angenommenen als s. g. active, die zwei letzten als s. g. passive Principien. — Namentlich das Ansehen, welches Lemery bei den Chemikern sich gewann, ließ der so erweiterten Paracelsischen Lehre, gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts und noch über dasselbe hinaus, bei Vielen Anerkennung zu Theil werden: sein Ansehen, welches sich auf selbstständige und umfassende Bekanntschaft mit Dem gründete, was damals in unserer Wissenschaft an Thatsächlichem gefunden war; auf der Erfassung kecker Ansichten darüber, wie viele von diesen Thatsachen aus Hypothesen über die Gestalt und die Bewegung der kleinsten Theilchen der verschiedenen Substanzen erklärbar seien, zusammen mit der auch ihm zusagenden Vorstellung über die in den Körpern enthaltenen Grundbestandtheile; auf der in jener Zeit die Meisten befriedigenden Darlegung der Thatsachen und der Theorien, wie sie sein Cours de chymie gab, das Lehrbuch, welches während längerer Zeit unzählig Viele in das Studium der Chemie einführte. Häufig noch ganz an Paracelsus' Aussprüche erinnernd sind die Lehren, welche er als die gemeinhin angenommenen bezüglich der Grundbestandtheile der von der Natur dem Chemiker zur Untersuchung gebotenen Körper hinstellt: der Bestandtheile, von welchen er weder behauptet, daß sie im ganz reinen Zustande dargestellt werden können, noch, daß sie überhaupt nicht weiter zerlegbar seien, sondern nur, daß man nach dem bezüglich der

Digitized by Google

Zersetzung der verschiedenen Körper Erkannten zu ihrer Annahme genügende Veranlassung habe und daß sie die Grenzen der für die Hülfsmitel der Chemiker zu erreichenden Zerlegung abgeben. Von den fünf Grundbestandtheilen, welche die Untersuchung der Naturkörper in denselben habe erkennen lassen, sei das geistige Princip, auch als Queckſilber bezeichnet, ganz besonders subtil, zu lebhaftester Bewegung geneigt, das Wachsthum der Körper bedingend, aber auch die leichtere Verderbniß derselben, namentlich der thierischen und der pflanzlichen, veranlassend; das ölige Princip, auch als Schwefel bezeichnet, sei eine weniger flüchtige, milde und fettige Substanz, auf welcher die Brennbarkeit beruhe und welche auch die Farbe, den Geruch u. a. bedingen solle; das salzige Princip — welches übrigens nach dreierlei Art: als fixes, als flüchtiges und als wesentliches Salz unterschieden werde — sei schwerer, als die beiden vorhergehenden, gebe den Körpern ihre Consistenz und Schwere, bewahre sie vor Fäulniß, und darauf, wie es in ihnen gemischt sei, beruhe auch, wie sie schmecken. Diese drei Principien seien in lebhafter, wenn auch ungleicher Bewegung und bedingen dadurch die Wirkungen oder hervorstechenden Eigenschaften der Körper; sie werden deßhalb als active benannt, im Gegensatze zu den zwei mehr ruhenden und den Einfluß der ersteren mäßigenden s. g. passiven Principien: dem wässerigen (das auch als Phlegma bezeichnet wird) und dem erdigen. Immer noch war es die Einwirkung der Hitze auf verschiedene Körper, namentlich organische, und das Auftreten verschiedener Substanzen bei derselben, was man mit der Annahme dieser Principien erklären wollte und was man als diese Annahme selbst begründend betrachtete. Das ölige oder schwefelige Princip, auf dessen Vorhandensein in einem Körper die Brennbarkeit desselben beruhe, trete bei der Verbrennung aus, und der hierbei bleibende Rückstand lasse erkennen, was mit ihm in die Zusammensetzung des Körpers einging; auch bei der Verkalkung von Metallen durch Feuer finde eine Ausscheidung der in denselben enthaltenen schwefeligen Theile statt, neben welchen für die unedlen Metalle auch noch

Digitized by Google

Erdiges, Salziges und manchmal selbst Queckſilber als Beſtandtheile genannt werden. Die Gewichtszunahme, welche bei der Verkalkung der Metalle ſtatt hat, wird, in Uebereinſtimmung mit einer damals ſehr verbreiteten und von uns ſpäter noch einmal zu berückſichtigenden Anſicht als durch Abſorption von wägbarer Feuermaterie verurſacht betrachtet; wie denn auch mehrerer anderen, von Lemery gelehrten und für ſeine Zeit characteriſtiſchen Vorſtellungen beſſer erſt in einem weiterhin zu gebenden Ueberblick über die Ausbildung der chemiſchen Kenntniſſe vor der Erweiterung derſelben durch Lavoiſier zu gedenken ſein wird.

Digitized by Google

Die Entwickelung der Chemie von Boyle bis vor Lavoisier.

Die Annahme solcher Principien, wie sie im Vorhergehenden besprochen wurden, als der Grundbestandtheile der Körper sollte das chemische Verhalten der letzteren repräsentiren und erklären; bei den Chemikern war diese Annahme, in der auf eine kleinere Zahl von Principien beschränkten älteren oder in der auf eine größere Zahl erweiterten neueren Gestaltung, vorzugsweise in Geltung. Auch für die Erklärung physikalischer Eigenschaften der Körper wurde jene Annahme von den Chemikern benutzt. Aber unter Denen, welche im siebenzehnten Jahrhundert die Physik in hergebrachter Weise tractirten, fand die Aristotelische Lehre von den vier Elementen und den vier Fundamentalqualitäten, in der Art, wie sie das Mittelalter aufgefaßt hatte, noch zahlreiche Anhänger, so daß bei diesen Physikern als Grundlage der Erklärung der Eigenschaften der Körper noch die Vorstellungen darüber festgehalten wurden, daß die Eigenschaften der Körper durch das Eingehen dieser Elemente in die Zusammensetzung derselben bedingt seien. Von wenig Erfolg für die Beseitigung dieser Lehren war die Bekämpfung der einen und der anderen durch van Helmont gewesen, welcher zudem an der Stelle derselben bezüglich der Grundstoffe der Körper Ansichten aufstellte, die kaum als einen Fortschritt in der Erkenntniß der Elementarzusammensetzung der Körper bezeichnend betrachtet werden können. Erfolgreicher war die Bestreitung dieser früheren Lehren durch den Britten R. Boyle (1627—1691) gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts: die lichtvolle Dar-

Digitized by Google

legung seiner Zweifel bezüglich der Gültigkeit der Versuche, welche bis zu seiner Zeit als dafür sprechend angeführt wurden, daß die als Salz, Schwefel und Quecksilber bezeichneten Principien die wahren Grundbestandtheile der Körper seien; die Erörterung, daß auch die Aristotelischen Elemente nicht als solche Grundbestandtheile anzusehen seien; die Widerlegung der althergebrachten Ansicht, daß die Einwirkung des Feuers in erster Linie dafür geeignet sei, zusammengesetzte Körper in die sie zusammensetzenden einfacheren Substanzen zu zerlegen; die Beweisführung, daß die Hitze je nach der verschiedenen Art der Einwirkung aus denselben Körpern ganz verschiedene Substanzen hervorbringen kann und daß, was hierbei zum Vorscheine kommt, nicht nothwendig als Einfacheres in dem der Veränderung durch Hitze unterworfenen Körper präexistiren mußte, sondern auch etwas gerade durch sie erst neu Zusammengesetztes sein kann; die Hervorhebung, daß diese so lange vorzugsweise versuchte Art der Zerlegung bei der Anwendung auf gewisse Körper nicht einmal Resultate ergiebt, welche als eine Zusammensetzung derselben im Sinne der älteren chemischen Lehre anzeigend zu deuten wären; die Erkenntniß endlich, daß auch andersartige Einwirkungen, und dann mit anderen Erfolgen, aus den Körpern die in ihnen enthaltenen Bestandtheile abscheiden. Boyle war es, welcher in bestimmtester Weise Dem widersprach, daß für die Substanzen, welche als die der Chemie erkennbaren letzten Bestandtheile der Körper anzusehen seien, die Anzahl mit solcher Bestimmtheit, wie es bis dahin immer geschehen war, angegeben werden könne; als solche Bestandtheile seien vielmehr alle diejenigen Substanzen zu betrachten, die, selbst nicht weiter zerlegbar, durch Zersetzung von Körpern ausgeschieden und aus welchen die Körper wieder zusammengefügt werden können. Bezüglich der Frage, auf was die Verschiedenheit der für die Chemie nicht weiter zerlegbaren Substanzen beruhe, erachtete Boyle allerdings Vermuthungen als zulässig, und für wahrscheinlich hielt er, daß sie aus einer und derselben Urmaterie bestehend verschieden seien auf Grund der ungleichen Größe, Gestalt u. A.

Digitized by Google

ihrer kleinsten Theilchen. Für solche Substanzen, die in die Mischung zusammengesetzterer Körper eingehen, z. B. für einzelne Metalle, hob er hervor, wie sie in die mannigfaltigsten Verbindungen übergeführt aus denselben wieder unverändert abgeschieden werden können; für solche Substanzen, habe man gleich Grund zu der Vermuthung, daß sie selbst noch zusammengesetzt seien, machte er geltend, daß sie bei der Untersuchung der sie enthaltenden Körper wie wirklich elementare betrachtet werden können. Durch die Aeußerung und Begründung derartiger Ansichten und damit in Verknüpfung stehender anderer, welche die Zusammensetzung der Körper betreffen, hat Boyle den Grund gelegt, auf welchem später richtige Erkenntniß dieses Gegenstandes sich ausbildete: durch die Unterscheidung einfacherer und zusammengesetzterer Bestandtheile in chemischen Verbindungen, und von Verbindungen verschiedener Ordnung je nach dem Grade der Zusammengesetztheit derselben; durch die Auffassung einer chemischen Verbindung als eines zusammengesetzteren, mit neuen Eigenschaften ausgestatteten Körpers, in welchem aber doch die Bestandtheile noch forteristiren; durch die Vorstellung, daß eine Verbindung auf inniger Aneinanderlagerung der kleinsten Theilchen der Bestandtheile beruhe und daß Zersetzung durch einen anderen Körper dann eintrete, wenn die Natur der kleinsten Theilchen eine innigere Zusammenfügung zwischen denen dieses Körpers und denen eines Bestandtheiles der Verbindung zulasse, als zwischen den Bestandtheilen der letzteren. — An das Verdienst, welches Boyle für solche allgemeinere Lehren sich erworben, ist hier zu erinnern: an dieses Verdienst, welches ihm zuzuerkennen ist, wenn auch bezüglich der relativen Zusammengesetztheit oder Einfachheit der verschiedenen Körper seine Meinung noch oft als durch die Irrthümer seiner Zeit fehlgeleitet erscheint und selbst starke Mißdeutungen experimentaler Ergebnisse (wie z. B., daß die Gewichtszunahme bei der Verkalkung von Metallen ein Zutreten von wägbarer Feuermaterie zu dem entstandenen Metallkalk beweise) gerade bei ihm Vertretung fanden und durch seine Autorität erhöhte Bedeutung für Viele gewannen.

Digitized by Google

Aber nicht etwa nur in Rücksicht darauf, wie die Zusammensetzung der Körper aufzufassen und wie die Erforschung dieser Zusammensetzung Erfolg versprechend zu versuchen sei, leitet Boyle ein neues, zunächst allerdings durch früher herrschend gewesene Ansichten noch stark beeinflußtes Zeitalter ein, sondern mehr noch durch die von ihm zuerst geltend gemachte richtige Erkenntniß, in welcher Richtung, zu welchem Zweck diese Erforschung eigentlich anzustreben sei. Vergegenwärtigen wir uns noch einmal, in der Verfolgung welcher Aufgaben man sich bis dahin ausschließlich oder vorzugsweise mit Arbeiten beschäftigt hatte, welche wir als auf der Chemie zugehörige Gegenstände bezügliche, chemisches Wissen vorbereitende oder fördernde zu betrachten haben. Das Problem der Alchemie war es gewesen, was zuerst und viele Jahrhunderte hindurch allein zu solchen Arbeiten veranlaßt hatte; der Nutzen, welchen die Chemie der Heilkunde in einer oder der anderen Beziehung gewähren könne, hatte dann, neben dieser Veranlassung oder an der Stelle derselben, dazu angetrieben, solchen Arbeiten obzuliegen, die bei ihnen gefundenen Thatsachen zu deuten und mit Dem, was sie überhaupt ergeben, sich bekannt zu machen. Bei der Beschäftigung mit Chemie in der alchemistischen und in der medicinisch-chemischen Richtung war die Kenntniß der Zusammensetzung verschiedener Körper, oder was man als solche Kenntniß ansah, eine wesentliche Bedingung dafür gewesen, das vorgesteckte Ziel als erreichbar zu betrachten, und ein nothwendiges Hülfsmittel für die Bestrebungen, sich demselben zu nähern. Was die Gewinnung dieses Hülfsmittels an Naturerkenntniß einschloß, war auch schon frühe erkannt und von Mehreren beachtet worden: von R. Bacon im dreizehnten Jahrhundert an, welcher die in dieser Richtung, um der Naturerkenntniß willen, zu behandelnde Chemie als die speculative Alchemie der eigentlichen Goldmacherkunst als der practischen Alchemie gegenüber gestellt hatte, bis zu N. Lefebvre im siebenzehnten Jahrhundert, welcher die reine Chemie als die philosophische von der medicinischen und der pharmaceutischen Chemie unterschied. Aber in Wirklichkeit

Digitized by Google

wurde die Chemie weit überwiegend nur um einer der Anwendungen willen betrieben, an welche jetzt noch einmal zu erinnern war: zuletzt vorzugsweise um der Bedeutung willen, welche sie für die Heilkunde habe. Viele Mediciner in der zweiten Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts, wie namentlich F. de la Boë (1614—1672) und seine Anhänger, schenkten der Chemie zunächst nur insofern Beachtung, als die normalen und die krankhaften Vorgänge im menschlichen Organismus wesentlich auf dem Verhältniß vorhandener chemisch-wirksamer Substanzen: saurer und alkalischer, beruhen sollten und eine richtigere Erfassung dieser Vorgänge durch den Besitz chemischer Kenntnisse bedingt sei. Und wenn auch N. Lemery in seinem Cours de chymie von diesem Zweige des Wissens einfach sagte: die Chemie sei die Kunst, welche lehre, die in einem in der Natur vorkommenden Körper enthaltenen Substanzen von einander zu scheiden, so ließ er doch darüber, welche Anwendung dieses Wissens er als den Erwerb desselben veranlassend voraussetzte, dadurch keinen Zweifel, daß er durch einen Zusatz zu jenem Titel seines Lehrbuchs dieses von vornherein und nur als für die in der Medicin gebräuchlichen (chemischen) Operationen Anweisung gebend hinstellte. Boyle war es, welcher hervorhob, wie bis dahin die Arbeiten der Chemiker durch die Verfolgung von Richtungen, welche an sich der Chemie fremde sind, beeinträchtigt waren und wie viel die letztere für Naturerkenntniß zu leisten berufen sei; er war Der, welcher zuerst in klarer Weise einsah und aussprach, daß die Chemie zunächst nur als ein Theil der Naturwissenschaft aufzufassen und zu bearbeiten sei. Mit Recht konnte er von den Früheren sagen, daß sie bei dem vorzugsweisen Bedachtsein auf die Erzielung von Resultaten, welche sich auf Metallveredlung beziehen oder der Heilkunde nützen sollten, die naturwissenschaftliche Untersuchung selbst von Naheliegendem übersehen oder versäumt hätten; mit Recht von sich, daß er versucht habe, nicht als Arzt oder Alchemist sondern als Naturforscher sich mit Chemie zu beschäftigen. Mit Boyle beginnt was wir — im weiteren Sinne — als die neuere Zeit der Chemie bezeichnen

Digitized by Google

können: diejenige Zeit, innerhalb deren für die Chemie die ihr jetzt noch zugesprochene Aufgabe anerkannt ist.

Es sind die hier hervorgehobenen Gesichtspunkte, unter welchen vorzugsweise Boyle als einer der erheblichsten Förderer der Chemie erscheint. Kürzer nur mag an andere Verdienste erinnert werden, welche er sich um unsere Wissenschaft erworben hat: daran, wie bei ihm zuerst ein Anlehnen der Chemie an die Physik sich findet, soweit die letztere Dies damals gestattete; wie die Beachtung quantitativer Verhältnisse bei ihm sich vorbereitete; was er für die Kenntniß der physikalischen Eigenschaften der atmosphärischen Luft, und namentlich der Spannkraft derselben und der Beziehungen zwischen Volum und Druck, geleistet hat, und was er, in weniger befriedigender Weise, hinsichtlich der Mitwirkung der Luft bei der Verbrennung und dem Athmen zu erkennen bemüht war; was ihm die Wissenschaft an Beiträgen zur Bekanntschaft mit künstlich dargestellten Gasen verdankt, was für die Charakteristik wichtiger Gruppen von Körpern (wie z. B. der Säuren und der Alkalien), was für die analytische Chemie an Angaben über die für den Nachweis gewisser Körper geeigneten Reagentien. Bei allem Diesem, bei mehrerem Anderem verweilen wir aber hier nicht, wo es nur gilt, die Entwickelung der Chemie in früheren Zeiten in großen Zügen zu zeichnen.

Die Aufgabe, welche Boyle als die der Chemie zukommende proclamirt hatte, wurde nun unablässig bearbeitet: zunächst freilich noch nicht in völliger Ablösung von den Ansichten über die Zusammensetzung, welche bis dahin als begründete betrachtet worden waren. Namentlich tritt diese Beeinflussung durch frühere Ansichten bei Chemikern hervor, welche mit Boyle gleichzeitig waren: so unter den damals in Deutschland Thätigen, welche wir hier zuerst zu betrachten haben, bei Kunckel und bei Becher. Beide erinnern an die vorausgegangene Zeit schon dadurch, wie sie noch von der Möglichkeit der Metallveredlung überzeugt und alchemistischen Bestrebungen ergeben waren; beide haben aber erheblichen Einfluß auf die Entwickelung

Digitized by Google

der Chemie ausgeübt: der eine vorzugsweise durch seine praktischen Arbeiten, der andere besonders durch die von ihm ausgesprochenen theoretischen Ansichten.

Es ist nicht hier der Ort, auch nur die wichtigeren unter den einzelnen Gegenständen aufzuzählen, zu deren Erkenntniß J. Kunckel (1630—1703) durch unabläſſiges Laboriren und verständiges Beobachten den Anſtoß gab oder beitrug. Aber als für den Zuſtand der Chemie zu ſeiner Zeit bezeichnend iſt mindeſtens kurz anzudeuten, wie er, der alle bezüglich der Grundbeſtandtheile der Körper aufgeſtellten früheren Lehren als ungenügend verwarf, doch in Dem, was er ſelbſt hierüber zu ſagen wußte, ſo Manches von den Irrthümern dieſer Lehren wiederbrachte. Die von Paracelſus angenommenen Bezeichnungen der ſ. g. chemiſchen Principien: Schwefel, Queckſilber und Salz, auf die ebenſo benannten darſtellbaren Subſtanzen: den gewöhnlichen Schwefel u. ſ. w., beziehend beſtritt er allerdings, daß die mineraliſchen Körper aus jenen Principien zuſammengeſetzt ſeien, daß die Metalle Schwefel enthalten und daß Queckſilber in die Zuſammenſetzung der pflanzlichen und der thieriſchen Subſtanzen eingehe. Aber um ſo bemerklicher iſt dann auch der Irrthum, wenn er behauptet, daß alle Metalle Queckſilber (und zwar gewöhnliches) als einen weſentlichen Beſtandtheil enthalten: als einen näheren Beſtandtheil, wie wir uns jetzt ausdrücken würden, ſofern als eigentliche Grundſtoffe der Körper bei ihm Waſſer, Salz und Erde genannt werden. Confus und inconſequent ſprach er ſich darüber aus, wie die Verſchiedenheit der Metalle durch die ungleiche Art und das ungleiche Verhältniß der für ſie angenommenen Beſtandtheile bedingt ſei. Wenn er ſich dagegen erklärte, daß jede Verbrennungserſcheinung auf dem Vorhandenſein von Schwefel beruhe, ſo lag Dem zu Grunde, daß er zwiſchen dem Grundbeſtandtheil, welchen man bis dahin unter der Bezeichnung Schwefel angenommen hatte, und dem gewöhnlichen Schwefel keine Unterſcheidung machen wollte; daß in mineraliſchen und in anderen brennbaren Körpern (in dem Schwefel und in den Oelen z. B.) derſelbe das Brennen bedingende Stoff enthal-

Digitized by Google

ten sei, wurde auch von Kunckel ausgesprochen und damit die Anerkennung des Princips, welches so lange als schwefeliges bezeichnet worden war; aber ziemlich unbestimmt äußerte er sich über diesen bei ihm als Fettigkeit oder klebrige Materie benannten Stoff und die doch zu seiner Zeit bei Mehreren schon vorhandene Erkenntniß: daß die Verbrennung entzündlicher Körper und die Verkalkung von Metallen durch Feuer analoge Vorgänge seien, ist bei ihm keineswegs klar und bestimmt erfaßt. Was auch Kunckel für die bessere Bekanntschaft mit einzelnen Körpern geleistet hat: genügendere Erklärungen der vorzugsweise wichtigen chemischen Vorgänge, als die vorher aufgestellten waren, und weiter führende Ansichten über die Grundbestandtheile der Körper verdankt ihm die Chemie nicht. Und oft genug ist er Irrthümern früherer Zeit in der Art entgegengetreten, daß er einen neuen Irrthum an der Stelle des alten zur Geltung zu bringen suchte: so auch, indem er bestritt, daß die Gewichtszunahme bei der Verkalkung von Metallen durch eine Absorption von wägbarer Feuermaterie verursacht werde, und dafür eine Erklärung als vermeintlich bessere aufstellte, welche auf unrichtigen Voraussetzungen über die bei der Verkalkung eintretende Volumänderung und auf der Verwechselung des absoluten Gewichtes mit dem specifischen beruhte.

Nicht sowohl durch Bekämpfung der früheren Lehren über die Grundbestandtheile als vielmehr durch eine gewisse Umbildung und eine seinen nächsten Nachfolgern geläutert erscheinende Auffassung derselben hat J. J. Becher (1635—1682) den Einfluß ausgeübt, welcher ihn als die Ansichten zunächst vorbereitend anerkennen ließ, die während des größeren Theils des letztvergangenen Jahrhunderts herrschten. Bei seiner Unterscheidung mehr oder weniger einfacher, in geringerem oder höherem Grade zusammengesetzter Körper ließ er Wasser und Erde als die entferntesten Grundstoffe aller Körper gelten; aber aus diesen seien dreierlei Substanzen gebildet, welche für die chemische Erkenntniß der verschiedenen Körper, als nähere Grundbestandtheile derselben, wesentlich in Betracht kommen; drei Erden, wie er sie

Digitized by Google

nannte: die steinartige oder schmelzbare, die fettige und die flüssige Erde, welche drei Bestandtheile ungeeignet als Salz, Schwefel und Quecksilber bezeichnet worden seien. Was diese drei s. g. Erden repräsentiren, entspricht in der That im Wesentlichen, wenn auch nicht in allen Einzelnheiten, den Vorstellungen, welche man mit der Annahme der eben genannten Principien verbunden hatte: auf dem Gehalt an steinartiger oder verglasbarer Erde, welche in Mischungen eingehend das Substrat derselben abgebe, beruhe die Feuerbeständigkeit und Verglasbarkeit; auf dem Gehalt an fettiger Erde die Consistenz, die Farbe, der Geschmack u. s. w., auch die Verbrennlichkeit; auf dem Gehalt an der flüssigen Erde die Geschmeidigkeit der Metalle, auch Schmelzbarkeit und Flüchtigkeit, ferner Geruch, Glanz u. A. Becher bedient sich übrigens öfters für diese supponirten Grundbestandtheile selbst noch der für die s. g. chemischen Principien früher gebrauchten Benennungen, und an ältere Aussprüche bezüglich der Mischung einzelner Körper — der verschiedenen Metalle z. B., deren Zusammengesetztheit aus den eben erwähnten drei Erden er sonst ganz besonders ausführlich erörtert — erinnern auch seine Angaben oft. Die, welche ihm zunächst folgten, scheinen es mit Becher als ein dem Letzteren zuzuerkennendes Verdienst angesehen zu haben, daß er — in einer Zeit, wo man oft zwischen dem schwefeligen, dem quecksilberigen Princip u. s. w. und dem gemeinen Schwefel, dem gewöhnlichen Quecksilber u. s. w. nicht unterschied — jene Grundbestandtheile in abstracterem Sinne erfaßte: als Träger wichtiger Eigenschaften, welche erstere man als in den verschiedenen Körpern enthalten anzunehmen habe, um das Vorkommen dieser Eigenschaften und das Verhalten der Körper zu erklären. Es ist hier nicht eine speciellere Darlegung zu geben, wie Becher sich die genannten Grundbestandtheile in die Mischung der verschiedenen Körper eingehend dachte: in die einfachere der mineralischen, an deren Betrachtung er zunächst seine Deduction jener Grundbestandtheile anlehnte, und in die complicirtere der pflanzlichen und der thierischen Stoffe, welche er als aus denselben Grundbestandtheilen zusammenge-

Digitized by Google

setzt ansah, unter Voraussetzung, daß diese darin zu nächsten Bestandtheilen vereinigt sein können. Und auch darauf nicht, wie er die Verbrennung sich nicht nur als einen chemischen Vorgang dachte, welcher auf dem Gehalt an fettiger Erde und dem Ausscheiden der flüchtigeren Theile beruhe, sondern wesentlich auch als einen physikalischen oder mechanischen: eine Zertheilung des brennenden Körpers. Daran nur ist hier noch zu erinnern, daß auch bei ihm die Analogie zwischen der Verbrennung entzündlicher Körper und der Verkalkung der Metalle durch Feuer noch nicht so erfaßt ist, wie Dies gleich nach ihm durch Stahl geschah und der Aufstellung einer geschichtlich wichtigsten Theorie: der Phlogistontheorie, zur Grundlage diente.

Auch die Einführung dieser Theorie in die Chemie entsprach nicht ganz der Richtung, welche Boyle für die Erforschung der Zusammensetzung der Körper vorgezeichnet hatte. Noch erhob man sich nicht dazu, als Grundbestandtheile der Körper, als Elemente im chemischen Sinne solche Substanzen zu betrachten, die wirklich darstellbar und für die Hülfsmittel der Chemie unzerlegbar sind. Und doch war die Theorie, von deren wesentlichstem Inhalt, von deren Begründung und Entwickelung wir jetzt Kenntniß zu nehmen haben, für eine gewisse Zeit von dem erheblichsten Nutzen für die weitere Entwickelung unserer Wissenschaft, wie irrig auch die Ansichten waren, welche man noch bezüglich der Zusammensetzung vieler Körper und namentlich bezüglich derjenigen Substanzen hatte, die als chemisch einfachere anzusehen seien.

Der Begründer dieser Theorie war G. E. Stahl (1660 — 1734), der auch als Arzt und Lehrer der Heilkunde berühmt war und in der Geschichte der letzteren Wissenschaft als selbstständiger Denker zu besprechen ist. Was er über die Zusammensetzung der Körper lehrte, knüpfte gleichfalls noch an ältere Vorstellungen an. Unter den Lehren der ihm zunächst Vorhergehenden waren es besonders die von Becher, welche Stahl als einen Kern besserer Einsicht enthaltend betrachtete und in deren

Digitized by Google

Ausbildung er zu dem richtigen Verständniß gekommen zu sein glaubte; und diesem Vorgänger legte Stahl einen Antheil an der Vorbereitung der neuen Theorie bei, welcher auch für Andere und Frühere unter Denen beansprucht werden könnte, die in vorausgegangenen Jahrhunderten sich darüber ausgesprochen hatten, wie die chemischen Eigenschaften der Körper durch die Zusammensetzung derselben bedingt seien. Das Princip der Veränderlichkeit der Körper durch Feuer ist es, was Stahl als vorzugsweise wichtig in's Auge faßt: das Princip, welches schon lange unter verschiedenen Benennungen, der des schwefeligen, öligen, fettigen u. a., angenommen worden war, in mineralischen Körpern und in solchen, die dem Pflanzen- und dem Thierreich entstammen; das Princip, von welchem Einige geglaubt hatten, daß es — der Träger einer und derselben Eigenschaft — in verschiedenen Substanzen mit einer gewissen Verschiedenartigkeit enthalten sein könne, Andere, daß es mit dem gemeinen Schwefel identisch sei; dieses Princip, bezüglich dessen ziemliche Confusion darüber geherrscht hatte, welcher Körper es eigentlich am Reinsten enthalte und ihm den Namen zu geben berechtigt sei, was allerdings in dem siebenzehnten Jahrhunderte gestattete, ebensowohl die Brennbarkeit von Oelen auf den Gehalt an schwefeligem Princip als die des Schwefels auf den Gehalt an öligem Princip zurückführen zu wollen. Etwas abstracter hatte, wie schon bemerkt, dieses Princip wieder Becher aufgefaßt, dessen fettige Erde keinen Anspruch darauf machte, im reinen Zustande durch eine darstellbare Substanz repräsentirt zu sein; noch geläuterter, und eine Menge von Vorgängen in übersichtliche Beziehung bringend, waren die Ansichten und Darlegungen Stahl's. Auch er hielt noch an der, von alter Zeit her überkommenen und stets in Geltung gebliebenen Vorstellung fest, daß eine eminente chemische Eigenschaft eines Körpers auf einem Gehalte desselben an einem bestimmten Bestandtheile beruhe. In dem Schwefel muß Etwas sein, was seine Entzündlichkeit, in den Kohlen Etwas, was ihre Brennbarkeit bedingt. Ist der eine dieser Körper etwa in dem anderen ent-

Digitized by Google

halten, ihm seine Eigenschaften mittheilend? oder enthalten beide Körper verschiedene, ihnen Brennbarkeit verleihende Bestandtheile? oder haben beide Körper einen gemeinsamen Bestandtheil als den Träger dieser Eigenschaft? Letzteres war oft vermuthet worden; den experimentalen Beweis glaubte Stahl gefunden zu haben. Daß bei dem Verbrennen des Schwefels unter Mitwirkung von Luft oder von Salpeter Etwas zum Vorscheine kommt, was Vitriolsäure werden kann oder ist, was im reinsten Zustand als Vitriolsäure zu erhalten sei, war bekannt, und ziemlich allgemein war angenommen, daß der Schwefel aus Vitriolsäure und dem in ihm enthaltenen Brennbaren bestehe, welches letztere bei der Verbrennung entweiche. Stahl betrachtete als Beweis dafür, daß dieses Brennbare des Schwefels mit dem der Kohlen wirklich identisch sei, eine von ihm beobachtete Thatsache, welche es zweifellos mache, daß aus dem letzteren Brennbaren und Vitriolsäure Schwefel zusammengesetzt werden könne. Zur Bewerkstelligung dieser Synthese ist — wir folgen Stahl's Auffassung der hier in Betracht kommenden Vorgänge — die Vitriolsäure, um ihr die Flüchtigkeit bei höherer Temperatur zu benehmen, an fixes Alkali gebunden anzuwenden; glüht man nun das vitriolsaure Salz mit Kohlen, so vereinigt sich das Brennbare der letzteren mit der Vitriolsäure zu Schwefel und es resultirt eine wahre Schwefelleber, identisch mit der durch Erhitzen von gemeinem Schwefel mit Alkali erhaltenen, und aus jenem Präparat kann künstlich zusammengesetzter Schwefel mittelst Säuren ausgefällt werden. Der brennbare Bestandtheil des Schwefels ist also mit dem der Kohlen identisch. Letzterer ist es aber auch mit dem Bestandtheil, der bei der Vereinigung mit s. g. Metallkalken diese zu Körpern macht, welche neben den äußeren metallischen Eigenschaften Veränderlichkeit durch Feuer zeigen und durch die Ausscheidung dieses Bestandtheiles wieder zu Metallkalken werden; für die unedlen Metalle ist also der Gehalt an demselben Brennbaren, das in den Kohlen, und also auch an dem, das in dem Schwefel enthalten ist, mit Bestimmtheit erwiesen. Aber die Zuführung des für die Reduction

Digitized by Google

von Metallkalken nöthigen Brennbaren kann auch mittelst Fett u. A. bewirkt werden; was diese Wirkung auszuüben vermag, muß dasselbe Brennbare abzugeben vermögen, das in die Zusammensetzung der Metalle eingeht, muß also dasselbe Brennbare enthalten, das auch in dem Schwefel u. s. w. enthalten ist.

Das war die Argumentation, auf welche hin Stahl das Princip der Brennbarkeit als überall ein und dasselbe ansah, als den verbreitetsten unter den Grundbestandtheilen der Körper, als die Substanz, auf deren Vorhandensein, deren Weggang aus einem Körper oder Uebergang aus einem in einen anderen die wichtigsten chemischen Vorgänge beruhen. Die Erkenntniß dieses Princips bedinge richtigere Einsicht in alle diese Vorgänge, gebe Aufschluß über die Zusammensetzung der Körper im Allgemeinen. — Was mit dieser Betrachtung für die Chemie gewonnen wurde, beurtheilen wir richtig, wenn wir Das, was die erstere einschloß und mit sich brachte, nicht etwa nur mit Dem vergleichen, was die Wissenschaft später, weiter vorschreitend, erkannte, sondern auch mit Dem, was an Ansichten über die Zusammensetzung der Körper, was an Erklärungen chemischer Erscheinungen vorher ausgesprochen und versucht worden war. Noch nie war eine solche Aneinanderfügung chemischer Vorgänge, noch nie eine Erfassung analoger Vorgänge als solcher, noch nie waren chemische Erklärungen mit solcher Klarheit und mit solcher überzeugender Einfachheit gegeben worden. Wenn Stahl auf die früheren verworrenen und unzureichenden Aussprüche und andererseits auf Das blickte, was seine Theorie an Uebersichtlichkeit der Thatsachen und an Möglichkeit gewährte, viele und mannichfaltig erscheinende von einer an sich einfachen und doch viel umfassenden Ansicht aus abzuleiten: da konnte er wohl auf diese Theorie stolz sein; und er war es auch.

Mit Einem Namen sei das Princip der Brennbarkeit zu bezeichnen, in welchen Körpern es auch enthalten sei, aber mit einem Namen, der nicht wie die für es früher vorgeschlagenen Benennungen verwirrend sei und zu Verwechselungen Veranlassung geben könne; als das Phlogiston bezeichnete es Stahl.

Digitized by Google

Der Beweis dafür, daß das Phlogiston wirklich existire, war für ihn vollauf genügend durch das Festhalten an der damals noch unbezweifelten Ansicht gegeben, daß bemerkenswerthe Eigenschaften der Körper durch etwas materiell in ihnen Enthaltenes bedingt sein müssen, und durch die Würdigung Dessen, was die Voraussetzung jener Substanz als einer existirenden nütze. Für solche Substanzen, wie Grundbestandtheile, deren eigentlichstes Wesen gerade darin bestehe, daß sie in den der Untersuchung zu unterwerfenden Körpern enthalten seien, einen Beweis der Existenz in der Richtung zu verlangen, daß diese Substanzen für sich darstellbare seien, kam fast allen damals mit solchen Fragen sich Beschäftigenden gar nicht in dem Sinn; was Boyle in dieser Beziehung vorbereitet hatte, war noch nicht fruchtbringend geworden. Der Bedeutung und der Würde des Phlogistons entsprach es gar nicht, etwas für sich Darstellbares, Greifbares zu sein. Es wäre deßhalb ein ganz vergebliches Bemühen, ausfindig machen zu wollen, welchen der uns jetzt bekannten Stoffe Stahl als das Phlogiston betrachtet habe. Der Körper, welcher wohl am Meisten Phlogiston enthalte, meinte Stahl, sei der von der Flamme brennender Oele abgesetzte Ruß; und daß er unter dem Phlogiston namentlich Kohlenstoff verstanden habe, könnte man auch daraus zu folgern versucht sein, wie er sich über den nothwendigen Gehalt organischer Körper an Phlogiston äußert, wie er sich — in einer, den in neuerer Zeit klarer erfaßten Ansichten über den Kreislauf des Kohlenstoffs in der Natur vorgreifenden Weise — darüber ausspricht, daß das Phlogiston bei der Verbrennung, bei Fäulniß-Vorgängen u. A. sich in die Atmosphäre zertheile, aus dieser in die Zusammensetzung der Pflanzen eintrete, welche ihren Phlogistongehalt vorzugsweise der Luft entnehmen, aus den Pflanzen unmittelbar oder mittelbar in die Zusammensetzung der thierischen Organismen. Aber eine solche Schlußfolgerung, und was an sie sich knüpft, wäre ein großer Irrthum. Das Phlogiston, lehrte Stahl, sei zwar sehr geneigt, starre Verbindungen zu bilden, aber für sich weder in starrer noch in flüssiger Form zu erhalten; als der späteren

Digitized by Google

Meinung, in der Form eines Gases (des Wasserstoffgases) könne man das Phlogiston im reinen Zustande haben, bereits nahe kommend könnte man es wiederum ansehen, daß Stahl auch noch aussprach, das Phlogiston sei als eine sehr ausdehnsame Substanz der feinsten Verbreitung in die Luft ganz besonders fähig: hätte er nur eine richtigere Vorstellung von der Existenz verschiedener Gase gehabt, hätte er nicht selbst diese Behauptung später wieder zurückgenommen, wäre überhaupt das Nachspüren, welche Eigenschaften dem für sich dargestellten Phlogiston beigelegt worden seien, zulässig. Aber das Phlogiston existirte nur als ein Träger gewisser Eigenschaften der Körper, als ein Hülfsmittel gewisser Betrachtungen. Es bedingt also namentlich die Verbrennlichkeit; es ist in allen den Körpern enthalten, welche mehr oder weniger verbrennlich sind, aber auch in den leichtest verbrennlichen ist dem Gewichte nach nur wenig von ihm enthalten. Es geht bei allen solchen Vorgängen, die wir als Reductionserscheinungen bezeichnen, den ihnen unterworfenen Körpern zu; es tritt bei allen Verbrennungen und allgemein bei allen solchen Vorgängen, die wir als Oxydationserscheinungen bezeichnen, aus den ihnen unterworfenen Körpern aus. Dieses Austreten kann langsamer, kann schneller vor sich gehen; dafür, daß es unter Feuererscheinung statt habe, ist nöthig, daß das Phlogiston rascheste Wirbelbewegung annehme, und Dieses wiederum ist für das Phlogiston nur möglich, wenn es an etwas Anderes gebunden war und wenn es eine genügende Luftmenge vorfindet, um in sie überzugehen; das Phlogiston ist nicht an sich Feuer, sondern es ist vorzugsweise geeignet zu der Bewegung, auf welcher die s. g. Feuererscheinungen beruhen. Was bei dem, durch Verbrennen an der Luft oder durch Erhitzen mit Salpeter o. a. bewirkten Weggang des Phlogistons bleibt, ist das mit ihm zu dem verbrannten Körper verbunden Gewesene. Die in solcher Art angestellte Analyse der unedlen Metalle läßt ebensowohl erkennen, daß in denselben neben Phlogiston s. g. Metallkalk als ein Bestandtheil enthalten ist, wie es die oben (S. 46) besprochene Synthese dieser Metalle thut; daß der Metallkalk mehr wiegt,

Digitized by Google

als das Metall, aus welchem er entstanden, beachtete Stahl entweder nur nebenbei, der Thatsache selbst keine erhebliche Wichtigkeit beilegend, oder er stimmte, das Zutreten von etwas Wägbarem zu dem Metallkalke läugnend, der S. 42 erwähnten Behauptung Kunckel's als der die richtige Erklärung gebenden bei. Ebenso zeigt die Analyse wie die Synthese des Schwefels, daß er neben Phlogiston Vitriolsäure enthält. Für den flüchtigen Körper, welcher bei dem Verbrennen des Schwefels an der Luft entsteht oder auch bei der gemäßigteren Einwirkung von Phlogiston auf Vitriolsäure: für diesen Körper, welchen Stahl zuerst genauer untersuchte und als eine eigenthümliche Säure erkannte, folgt aus dem eben Bemerkten, daß derselbe weniger Phlogiston enthält als der Schwefel, aber doch eine Verbindung von Phlogiston mit Vitriolsäure ist; er stellt sich seiner Zusammensetzung nach zwischen diese Säure und den Schwefel.

Was die Verdienste der Theorie waren, über deren Aufstellung in dem Vorhergehenden berichtet wurde und welche sich in der von Stahl einmal eingeschlagenen Richtung weiter ausbildete und über immer mehr Thatsachen erstreckte, erhellt schon aus dem hier Dargelegten; ihrer Irrthümer brauche ich nicht besonders zu gedenken. Die Phlogistontheorie lehrte Irriges, wo es sich um die Angabe der Zusammensetzung eines einzelnen Körpers, um Erklärung der Veränderung der Zusammensetzung desselben bei chemischen Vorgängen handelt. Aber sie lehrte Richtiges in der gemeinsamen Betrachtung einer größeren Zahl chemischer Vorgänge: welche unter ihnen analoge seien, welche auf derselben Ursache beruhen; sie lehrte Richtiges für einzelne Reihen von Körpern, angebend, welcher unter ihnen bezüglich der Zusammensetzung sich zwischen andere stelle.

Nur Das, was die Phlogistontheorie an Grundgedanken und umfassenderen Ansichten hatte, kann in diesem Ueberblick über die frühere Entwickelung der Chemie betrachtet werden. Davon ist hier abzustehen, genauer zu erörtern, wie Stahl's Lehren in Manchem noch an frühere Irrthümer erinnern — auch z. B. die, daß das Princip der Brennbarkeit wesentlich auf die Farbe

Digitized by Google

eines es enthaltenden Körpers Einfluß ausübe —, oder wie er Beobachtungen unrichtig deutend noch manche irrige Behauptung aufstellte, deren Anerkennung auf seine Autorität hin sich längere Zeit erhielt und deren Widerlegung durch dieselbe erschwert wurde; auf Einzelnes komme ich später kurz zurück, wo ich zusammenzufassen habe, auf welche Entwickelungsstufe die Chemie vor Lavoisier's Eingreifen in sie gehoben war, und da auch auf manche richtige Wahrnehmung, die wir ihm verdanken. Wir verfolgen auch Stahl's Ansichten, die am Klarsten für die, auch nach seiner Meinung einfacher zusammengesetzten mineralischen Körper ausgesprochen sind, nicht bis zu den, nicht wohl in Kürze wiederzugebenden Vorstellungen, welche er über die Zusammensetzung der pflanzlichen und der thierischen Körper, der aus ihnen sich bildenden Körper und über die Beziehungen derselben unter einander von Becher angenommen oder sich gebildet hatte; Wasser und Phlogiston betrachtete er als die in diesen Körpern vorwaltenden Grundbestandtheile, aber auch Salziges u. A. sei darin enthalten, und wiederum werden diese entfernteren Bestandtheile als zu verschiedenen nächsten vereinigt in den, jetzt als organische bezeichneten Körpern angenommen. Der Vermuthung war hier ein weiteres Feld eröffnet, als bei den mineralischen Körpern, und weniger, als bei der Beurtheilung der letzteren, waren die Aussprüche über die Zusammensetzung in directer Bezugnahme auf Beobachtungsresultate. — Daran aber ist hier zu erinnern, daß Stahl mit der Erkenntniß des Phlogistons, der Metallkalke, der Vitriolsäure u. s. w. als einfacherer Bestandtheile zusammengesetzter Körper nicht die Grenze erreicht zu haben glaubte, bis zu welcher die Chemie in der Erforschung gehen könne, aus welchen Elementen die Körper aufgebaut sind. Eine Art Mißtrauen in die Hülfsmittel der experimentalen Chemie und damit verknüpft das Bedürfniß, in Speculationen Ersatz zu suchen, ließ in jener Zeit und noch lange nachher über Das hinausschweifen, was die Versuche direct lehrten oder zunächst zu ergeben schienen. Davon, daß Wasser der eigentliche Urstoff sein könne oder Wasser und Erde die Grundbestandtheile

Digitized by Google

aller Körper, spricht auch noch Stahl. Darauf, daß die Metallkalke selbst noch aus einfacheren Erden zusammengesetzt seien, wird bei ihm hingewiesen. Darüber, daß unter den damals als „Salze" bezeichneten Körpern zusammengesetztere von einfacheren (Säuren und Alkali) zu unterscheiden und die ersteren als durch die Vereinigung der letzteren gebildet zu betrachten seien, geht Stahl in seinem Versuche des Nachweises hinaus, daß die einfacheren Salze selbst noch zusammengesetzt seien, aus einer zarten Erde mit Wasser innig verbunden bestehen; aber wie er sich auch solchen Vermuthungen als ihm wohlbegründet erscheinenden hingab: sie hinderten ihn doch nicht, für sehr ähnliche derartige Substanzen die Verschiedenheit wahrzunehmen, z. B. in der Basis des Kochsalzes ein eigenthümliches, von dem gewöhnlichen (dem Kali) verschiedenes Alkali zu erkennen.

Die Chemie bildet sich jetzt als ein Zweig der Naturwissenschaften weiter aus: nicht mehr beirrt durch die Beschäftigung mit der Lösung alchemistischer Aufgaben, welchen bei den nun zu besprechenden Repräsentanten unserer Wissenschaft zwar zunächst manchmal noch Beachtung, aber dann stets nur sehr untergeordnete, geschenkt wird; nicht mehr in der einseitigen Auffassung, daß die Chemie wesentlich als die Grundlage der Heilkunde oder als Hülfsmittel für dieselbe abgebend anzusehen und zu fördern sei. Keineswegs aber wird die Chemie in dieser richtigeren Erkenntniß ihrer Aufgabe den Vertretern der Heilkunde etwas Fremdes. Es war ein schönes Vermächtniß der vorher vorzugsweise eingehaltenen medicinisch-chemischen Richtung an die Zeit, in welcher die Chemie vor Allem als Naturforschung betrieben wird: das Interesse, welches ausgezeichnete Aerzte immer noch an ihr nehmen, auch wenn sie erkennen, daß die Aufgabe der Chemie nicht so, wie man Dies früher geglaubt hatte, mit der Aufgabe der Heilkunde zusammenfalle, und wenn sie vielmehr vor dem Mißbrauche der Chemie für die Medicin warnen. Von jeder solchen Verschmelzung der Chemie mit der Heilkunde hielt sich gerade Stahl fremd, und Dasselbe thaten seine, ebenfalls als

Digitized by Google

Aerzte so berühmten zwei Zeitgenossen, deren sogleich zu gedenken sein wird: Hoffmann und Boerhave. Als ganz gesonderte Gebiete des Forschens bearbeiten diese Männer einerseits die Chemie, andererseits die Heilkunde, und vor den Irrthümern einer zu weit gehenden Benutzung der ersteren für die letztere zurückschreckend fallen sie fast in das andere Extrem: der Chemie alle Bedeutung für die Erkenntniß der normalen und der krankhaften Processe im menschlichen Organismus abzusprechen.

Was durch Stahl an Uebersichtlichkeit für viele Erscheinungen, an Einfachheit für die Erklärung vieler Vorgänge geboten war, fand Eingang in die Chemie, des Widerspruches und der Bedenken Einzelner ungeachtet; weitaus die meisten Chemiker bekannten sich bald zu Stahl's Lehren: Viele ihnen in Allem sich anschließend, Andere das Wesentliche dieser Lehren annehmend aber in der Art, daß sie nicht an Stahl's Aufstellung derselben sondern darüber hinaus an ältere Meinungen anzuknüpfen sich den Anschein gaben. — Was zu Stahl's Zeiten gegen seine Ansichten geltend gemacht wurde, war seltener nur eine unmittelbare Bestreitung derselben, öfter eine mittelbare, durch Erhebung von Zweifeln, ob sie wirklich hinlängliche Begründung haben und ob Einzelnes nicht anders aufzufassen sei. Und die geradezu ausgesprochenen Bestreitungen gingen nicht von Männern aus, deren auch sonst etwa erworbene Autorität schwerer in's Gewicht gefallen wäre; spurlos verhallte z. B., daß — noch während Stahl lebte und an demselben Orte (Halle), an welchem Dieser die Phlogistontheorie proclamirt hatte — ein sonst sehr wenig bekannter G. F. Stabel sich gegen die Annahme des Phlogistons aussprach, weil, was den vermeintlichen Gehalt unedler Metalle an Phlogiston betreffe, die Thatsachen irrig gedeutet worden seien und vielmehr einer solchen Annahme geradezu widersprechen: die Verkalkung eines solchen Metalles könne nicht auf dem Weggang eines Bestandtheils, des Phlogistons, beruhen, denn bei bei diesem Vorgange nehme das Gewicht nicht ab sondern zu, und die Reduction eines Metallkalkes nicht auf dem Zutreten von Phlogiston, denn das Gewicht des ersteren

Digitized by Google

werde hiebei nicht größer sondern kleiner. Was bedeutendere Männer von Stahl's Ansichten Abweichendes lehrten, widersprach denselben mehr in Einzelnem als durchweg. In Deutschland war der berühmte F. Hoffmann (1660—1742), dem die analytische Chemie und namentlich die chemische Kenntniß der Mineralwasser so Erhebliches verdankte und dessen Scharfsinn die Magnesia und die Thonerde als eigenthümliche Erden erkennen ließ, wohl der Ansicht, daß der Schwefel aus Säure und Phlogiston zusammengesetzt sei, entzündbare Körper etwas als Phlogiston zu Bezeichnendes enthalten, aber zweifelnd äußerte er sich darüber, ob die Reduction der Metallkalke wirklich auf der Zuführung von Phlogiston, die Verkalkung auf dem Weggehen desselben Bestandtheiles beruhe, oder ob nicht im Gegentheil ein, von Hoffmann ziemlich unbestimmt als ein saurer bezeichneter Stoff bei der Verkalkung der Metalle denselben zutrete, bei der Reduction durch das Reductionsmittel absorbirt werde. In Holland ging H. Boerhave (1668—1738), dessen Elementa chemiae als Lehrbuch unserer Wissenschaft mit Recht so hochgeschätzt waren, über die ihm doch gut bekannten Stahl'schen Ansichten hinweg, sie nicht direct bekämpfend aber indirect vor ihnen als weniger begründeten warnend, und namentlich zog er in Zweifel, ob wirklich die Metalle aus erdigem Bestandtheil und dem Princip der Brennbarkeit zusammengesetzt seien. Bei beiden Männern, welche für die Förderung und die Verbreitung chemischer Kenntnisse so viel gethan haben, bei manchen Anderen, welche sich in ähnlicher Weise äußerten, trat aber gerade Das, was wir in der Stahl'schen Lehre so hoch zu stellen haben: das Erfassen analoger Vorgänge als solcher, wenn auch mit unrichtiger Deutung, wieder zurück. — Andererseits nahmen auch Manche Das an, was Stahl's Lehre ihnen an Fortschritt der chemischen Erkenntniß in sich zu schließen schien, aber scheinbar selbstständig an frühere Ansichten anknüpfend und für den Ausdruck der neuen erweiterten Vorstellungen noch ungeeignete ältere Benennungen, gerade für das Princip der Brennbarkeit, gebrauchend. So einer der Chemiker, die an dem Ende des siebenzehnten und

Digitized by Google

in dem Anfange des achtzehnten Jahrhunderts in Frankreich neben dem bereits besprochenen Lemery hervorragendere waren: W. Homberg (1652—1715), welcher auch seinerseits darzulegen suchte, daß in den verbrennlichen Mineralien und in den pflanzlichen Substanzen dasselbe Princip der Brennbarkeit enthalten sei, das er indeß noch immer als Schwefel bezeichnete; in diesem Sinne sprach er von dem Schwefel des gemeinen Schwefels, welcher letztere außer diesem Princip der Brennbarkeit auch Säure, Erde und selbst eine geringe Menge eines metallischen Bestandtheiles enthalte. Und ebenso bezeichnete nach dem Bekanntwerden von Stahl's Ansichten, dieselben gleichfalls im Wesentlichen annehmend, St. F. Geoffroy (1672—1731) das, was der Erstere Phlogiston genannt hatte, noch als schwefeliges oder öliges Princip oder das im Eisen angenommene Brennbare gar als den bituminösen Bestandtheil desselben, und Cl. J. Geoffroy (1686—1752) das Brennbare, welches bei dem Erhitzen von Pottasche mit thierischen Stoffen der ersteren zutrete und das Alkali fähig mache, s. g. Blutlauge und Berlinerblau zu bilden, immer noch als das schwefelige Princip. Aber diese Sprödigkeit, die Annahme neuer Ansichten durch den Gebrauch der zum Ausdruck derselben gewählten neuen Bezeichnungen offen anzuerkennen, wurde dann auch abgestreift, und in Frankreich die Lehre vom Phlogiston schließlich so rückhaltlos adoptirt, wie in Deutschland, wo dieselbe bald ganz eigentlich heimisch geworden war und längere Zeit Vortheile, dann Nachtheile brachte: Vortheile auch hier zunächst darin, wie neue Arbeiten dieser Lehre sich anfügten, den Inhalt derselben vervollständigend und für die Darlegung neuer Resultate eine verständlichere und den verschiedenen Chemikern gemeinsame Ausdrucksweise findend; Nachtheile, sofern später gerade für Deutschland das Festhalten an der hier als national betrachteten Lehre länger die Anerkennung Dessen hinderte, was diese Lehre berichtigte und an ihre Stelle trat, als es wohl sonst der Fall gewesen wäre.

Von einer Bestreitung der Phlogistontheorie war aber noch nicht die Rede für diejenigen Forscher, welche in Deutschland

Digitized by Google

um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts die Chemie vorzugsweise repräsentirten. Da, wo Stahl zuletzt lebte und die Reihe verdienstvoller Chemiker einleitete, welche hier in kaum unterbrochener Folge zu dem Vorschreiten unserer Wissenschaft mächtig beigetragen haben: zu Berlin waren es nach K. Neumann (1683—1737), der seinen Zeitgenossen als bedeutender Chemiker galt, namentlich J. H. Pott (1692—1777) und A. S. Marggraf (1709—1783), welche dieser Theorie ganz zustimmten und ihrer Zustimmung durch das Ansehen Gewicht gaben, das ihnen auf Grund ihrer selbstständigen Leistungen zuerkannt wurde: Pott, welcher vorzugsweise das Verhalten mineralischer Substanzen bei hoher Temperatur zum Gegenstande seiner Versuche machte und dessen Angaben über die Einwirkung der Hitze auf die verschiedenen Erden und Gesteine und Gemische derselben längere Zeit die Grundlage Dessen ausmachten, was man über diesen Gegenstand wußte; Marggraf welcher im Gegensatze hierzu vorzugsweise das Verhalten der Körper auf nassem Weg untersuchte, in dieser Richtung unsere Wissenschaft mit neuen Wahrnehmungen bereicherte, die analytische Chemie die erheblichsten Fortschritte machen ließ, die damals noch nöthigen Beweise dafür beibrachte, daß das Natron ein eigenthümliches Alkali ist, die Magnesia und die Thonerde eigenthümliche Erden sind, und der Ansicht der hervorragendsten Autoritäten der zunächst vorausgegangenen Zeit entgegen zeigte, daß das vegetabilische Alkali keineswegs erst bei dem Verbrennen von Holz, dem Glühen von Weinstein u. s. w. durch Zusammenfügung anderer Bestandtheile dieser Körper entsteht, sondern in ihnen präexistirt. — Und ebenso wenig ging eine Bestreitung der Phlogistontheorie von den Männern aus, welche um jene Zeit zu Paris Das, was man in Frankreich von der Chemie wußte und für sie arbeitete, vor Anderen repräsentirten: von J. Hellot (1685—1766), welcher neben seinen Bestrebungen, die technische Anwendung der Chemie (für die Porcellanfabrication, die Färberei u. A.) zu fördern, auch für die reine Chemie Schätzbares geleistet hat; von H. L. Duhamel du Monceau

Digitized by Google

(1700—1781), dessen Eifer für andere Zweige der Wissenschaft und namentlich für die Botanik eine erfolgreiche Beschäftigung mit der Chemie nicht ausschloß, in welcher er eine Reihe selbstständiger Untersuchungen ausgeführt und in deren Geschichte genannt zu werden, er durch den von ihm zuerst vollständiger erbrachten Beweis für die schon von Stahl gemachte Wahrnehmung, daß die Basis des Kochsalzes ein eigenthümliches Alkali ist, sich ein Anrecht erworben hat; von P. J. Macquer (1718—1784), dem Hauptvertreter der Phlogistontheorie in Frankreich zu jener Zeit und noch dann, als die Bekämpfung dieser Lehre fast schon sich zur Besiegung derselben gestaltet hatte, einem Forscher, welchem die Chemie eine größere Zahl anerkennenswerther Arbeiten verdankt, und einem Schriftsteller, dessen Werke ganz besonders Anhaltspunkte dafür gewähren, über den Zustand unserer Wissenschaft und über die in ihr gültigen Ansichten während der Decennien urtheilen zu lassen, die dem Sturze der Phlogistontheorie vorausgingen; ich beziehe mich in der Uebersicht, welche ich über die Ausbildung der Chemie zu jener Zeit bald zu geben habe, öfters auf sie.

Für die Geltendmachung der Betrachtungsweise, welche diese Theorie zu jähem Sturze brachte, übte sich unsere Wissenschaft gleichsam vorerst an einem weniger umfassenden Gegenstand: an der Frage über die Beziehung, in welcher die ätzenden Alkalien zu den s. g. milden (den kohlensauren, wie man sie später nannte) stehen. Die Berücksichtigung der Gewichtsverhältnisse war es, welche die bis dahin allgemein angenommene Stahl'sche Lehre über die Verbrennung und die Verkalkung als eine irrige erkennen ließ; die Berücksichtigung der Gewichtsverhältnisse war es auch, welche schon vorher in Schottland J. Black (1728—1799) zur Aufstellung der, jene Beziehung der verschiedenen Zustände der Alkalien betreffenden Ansicht führte, welche wir jetzt noch als die richtige anerkennen. Die um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts fast allgemein gültige Lehre war die, daß es mit zu den wesentlichen Eigenschaften der Alkalien, für den reinen

Digitized by Google

Zustand derselben, gehöre, mit Säuren aufzubrausen. Der Kalk war als etwas den Alkalien Nahestehendes schon lange erkannt; der milde Kalk (der Kalkstein) könne nun durch Brennen zu ätzendem werden, auf Grund davon, daß ihm Feuermaterie zutrete, und wiederum könne mildes Alkali — Pottasche z. B. — dadurch zu ätzendem werden, daß man es mit ätzendem Kalk behandele, auf Grund davon, daß der Aetzkalk die in ihm enthaltene Feuermaterie, den Träger der Kausticität, an das Alkali abgebe. Und wo in jener Zeit über diesen Gegenstand Ansichten ausgesprochen wurden, welche mit der soeben kurz in Erinnerung gebrachten Lehre nicht ganz übereinstimmten, war ebensowenig das Richtige getroffen, vielmehr durchweg Das unbestritten gelassen, daß mildes, mit Säuren aufbrausendes Alkali das Einfachere, ätzendes, diese Erscheinung nicht mehr zeigendes etwas Zusammengesetzteres, durch Zutreten von noch Anderem Resultirendes sei. Black widerlegte (1755) diese Meinung, durch Versuche, welche er über die beiden Zustände der Magnesia, den milden und den ätzenden, und den Uebergang des einen in den anderen anstellte, und durch richtige Deutung Dessen, was ihm Gewichtsbestimmungen hierbei ergaben. Für die Magnesia, die so lange mit dem Kalk verwechselt worden war, bestätigte er dabei die schon von Hoffmann ausgesprochene Eigenthümlichkeit derselben; aber die Analogie der Magnesia mit dem Kalk und daß, was für die erstere in Betreff der Beziehung des milden zu dem ätzenden Zustande sich ergebe, auch für den Kalk gelte und dann auch für die Alkalien, blieb dabei gewahrt. Und eine glückliche Fügung war es, daß Black seine Versuche gerade mit der Magnesia anstellte: der alkalischen Erde, für welche der Uebergang aus dem milden in den ätzenden Zustand bei niedrigerer Temperatur statt hat und die Gewichtsänderungen bei dem Uebergang aus einem der genannten Zustände in den anderen größer sind, als bei irgend einem anderen der damals bekannten, hier in Betracht kommenden Körper. Black fand es auffallend, daß Aetzkalk, wenn er an der Luft zu mildem wird, nicht in Folge des Wegganges der darin ange-

Digitized by Google

nommenen Feuermaterie leichter werde; aber darüber hinaus, nur ein Bedenken gegen die Richtigkeit der herrschenden Ansicht zu erheben, ging er mit der Erkenntniß, durch was denn wirklich der Unterschied zwischen dem milden Zustand und dem ätzenden bedingt sei. Daß die milde Magnesia bei der Ueberführung in ätzende durch Glühen bedeutend an Gewicht verliert, daß Dieses auf dem Weggang einer im freien Zustande luftförmigen Substanz beruht, daß die geglühte Magnesia sich ohne Aufbrausen und Entwickelung dieser Substanz in Säuren löst aber als milde durch milde Alkalien gefällt wird, letzteren den Gehalt an dieser Substanz entnehmend, und daß nach dem Glühen einer gewissen Menge milder Magnesia, Lösen des Rückstandes in Säure, Fällen mit mildem Alkali selbst wieder das ursprüngliche Gewicht an milder Magnesia erhalten wird: diese durch Versuche festgestellten Resultate begründeten seine Ueberzeugung, daß, im Gegensatze zu dem bis dahin für wahr Gehaltenen, nicht die milden sondern die ätzenden Alkalien das Einfachere sind, die ersteren aber Verbindungen der letzteren mit einer Substanz, welche, in diesen Verbindungen fixirt, im freien Zustande flüchtig, luftförmig ist, aus einigen dieser Verbindungen durch Hitze, aus allen durch Säuren ausgetrieben werden kann und die Ursache des Aufbrausens abgiebt. Die s. g. fixe Luft, deren Bildung bei dem Athmen und bei dem Verbrennen von Kohlen, deren Identität mit der bei der Gährung sich entwickelnden Luftart Black auch erkannte, wurde als ein Körper nachgewiesen, welcher Verbindungen eingehen kann mit ätzenden Alkalien, sie durch theilweises Aufheben ihrer characteristischen Eigenschaften zu milden machend. — Ein Vorspiel gab diese Untersuchung und die in ihr sich erfolgreich geltend machende Betrachtungsweise, daß das Leichterwerden eines Körpers den Verlust an einem Bestandtheil und das Schwererwerden eines Körpers das Eingehen desselben in eine Verbindung anzeigt, für den Kampf gegen die Phlogistontheorie ab, welcher zwanzig Jahre später ernstlich begonnen wurde, dieselben Anhaltspunkte zur Beurtheilung benutzend, wann man einen Körper als einen Bestand-

Digitized by Google

theil verlierend, wann ihn als in Verbindungen eingehend zu betrachten habe. Und merkwürdig ist noch, daß für die Verbrennungstheorie, die dann an die Stelle der Lehre vom Phlogiston trat und in welcher zunächst die bei Verbrennungsvorgängen zum Vorscheine kommende Wärme als auf einem Freiwerden der in dem Sauerstoffgas gebundenen Wärme beruhend angesehen wurde, — daß für diese Theorie wiederum Black Der gewesen war, welcher (um 1760) den Begriff der gebundenen Wärme in elastischen Flüssigkeiten erfaßt und ihn in die Wissenschaft eingeführt hatte: durch seine Erkenntniß, daß bei dem Schmelzen eines starren Körpers, bei dem Uebergang eines Körpers aus dem tropfbar-flüssigen in den elastisch-flüssigen Zustand Wärme latent und daß diese latente Wärme bei der Abänderung des Zustandes in entgegengesetzter Richtung wieder frei wird.

In der s. g. fixen Luft lernte man zuerst einen mit wichtigen chemischen Eigenschaften begabten luftförmigen aber von der gemeinen Luft verschiedenen Körper kennen. Van Helmont's Unterscheidung besonderer luftförmiger Körper, der Gase, von der gemeinen Luft war nicht zur Anerkennung gekommen, und in so vielerlei Weise man auch vor Black „künstliche Luft" dargestellt hatte: eine wesentliche Verschiedenheit derselben von der atmosphärischen Luft war nicht zugestanden, nur eine Verschiedenheit der Eigenschaften in Folge von Beimischungen angenommen worden. Nicht sofort für alle, aber doch für sehr viele Chemiker war Black's Untersuchung der fixen Luft und der Nachweis der sie, gerade der atmosphärischen Luft gegenüber, als eine besondere Luftart auszeichnenden Eigenschaften der Grundstein, auf welchen sich die Anerkennung stützte, daß die Luftform nicht etwa nur Einem Körper zusteht, sondern eine Aggregatform ist, welche untereinander ebenso verschiedenen Körpern zukommen kann, wie die mannichfaltigen starren, die mannichfaltigen flüssigen Körper unter einander verschieden sind. In der Auffindung anderer

Digitized by Google

Luftarten, in dem Nachweis ihrer Eigenthümlichkeit, in der Untersuchung ihres chemischen Verhaltens und ihrer Beziehungen zu anderen Substanzen bildete sich nun unsere Wissenschaft zunächst ganz hauptsächlich weiter aus, einen Zeitraum hindurch, dessen vorwaltenden Character man denn auch in der Art bezeichnete, daß man die „pneumatische Chemie" als die vorzugsweise zu bearbeitende hervorhob, ähnlich etwa, wie in neuerer Zeit die organische Chemie als das die Arbeiten der Chemiker vorzugsweise beschäftigende Gebiet hervortritt und als das, die in der jetzigen Phase der Entwickelung zunächst anzustrebende Förderung des Wissens gewährende von Vielen hervorgehoben wird. Und in der That: für jede der großen Fragen, welche in der nun zu besprechenden Zeit die Chemiker in Anspruch nehmen und anders beantwortet werden, als Dies bisher geschehen, spielt die Kenntniß gasförmiger Körper und die Art, wie man sie und ihr Verhalten betrachtet, eine Hauptrolle.

Mehrere Männer, die sich noch ganz zu der Phlogistontheorie bekennen, zeichnen sich durch wichtige Leistungen gerade in dieser Richtung aus; ihre Arbeiten greifen vielfach in einander ein, und eine gedrängtere Darlegung der Verdienste jedes Einzelnen wird dadurch erschwert. Aber Keiner unter ihnen hat auf dem Felde der pneumatischen Chemie, was die Anzahl neu entdeckter eigenthümlicher Luftarten betrifft, eine reichere Ernte gehalten, als der Engländer J. Priestley (1733—1804). Nicht, daß er dieses Feld durch systematisch ausgeführte Untersuchungen bestellt und in consequenter Beschäftigung mit der Lösung großer wissenschaftlicher Probleme eine Entdeckung nach der andern gemacht hätte; sondern mehr vereinzelt als zusammenhängend stehen seine Entdeckungen da, und wie oft er auch auf denselben Gegenstand zurückkommt, aphoristisch mehr sind seine Mittheilungen, als daß sie die chemische Geschichte eines Körpers, namentlich was die Beziehungen desselben zu anderen betrifft, zum Abschluß hätten bringen wollen. Priestley, welcher sich auf so verschiedenen Gebieten des Wissens versucht hat, kam an die Beschäftigung mit Chemie, ohne mit Dem irgend gründlicher bekannt zu

Digitized by Google

sein, was diese bis dahin kennen gelehrt hatte und namentlich in ihrem auf die Analyse bezüglichen Theile bereits leisten konnte; aber ein eminentes Talent bewährte er, innerhalb des von ihm gewählten Kreises chemischer Arbeiten Neues zu finden. Treffend vergleicht er selbst einmal, wie sich ihm Neues biete, was Anderen und besser in der Chemie Bewanderten entgangen, mit Jagdglück: wie auch wohl Denen, welche ein Revier am Besten kennen, jede Beute entgehen könne, während sie Solchen, die hier als Neulinge sich an dem Jagen betheiligen, in den Weg komme. Mit dem qualitativen Verhalten vieler und selbst gewöhnlicher Körper wenig bekannt hatte Priestley vollends für die Richtung, welche schon zu seiner Zeit als die zur rechten Beurtheilung der Beziehungen der verschiedenen Körper unter einander ein nothwendiges Hülfsmittel abgebende erkannt war und benutzt wurde: für die Richtung der quantitativen Untersuchungsweise keinen Sinn; und doch hat er Entdeckungen gemacht, welche für die zunächst zu erringende bessere Erkenntniß chemischer Vorgänge den mächtigsten Anstoß gaben, die wichtigsten Anhatspunkte boten. An Allem, was gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts einen Umschwung in den Ansichten der Chemiker bewirkte, finden wir Priestley mitbetheiligt, aber Nichts davon brachte er zur Entscheidung; zu Fragen von größter Tragweite gaben Beobachtungen, welche er gemacht hatte, Veranlassung, aber nicht einmal das Material zu einer endgültigen Beantwortung gewann er, geschweige denn daß er diese Beantwortung selbst gegeben hätte. Indeß auch eine nahe liegende Zeit bietet noch Beispiele dafür, daß der Scharfsinn eines Chemikers mehr zur Wahrnehmung von Neuem als zu eigentlicher Erkenntniß desselben geführt, der Wissenschaft eher durch Auffindung von Solchem, was ihm noch Problem blieb, als durch definitive Lösung des Problems genützt hat.

Von 1771 an war Priestley mit Versuchen darüber beschäftigt, wie die Luft durch Antheilnahme an chemischen und physiologischen Vorgängen verändert wird. Er constatirte, daß durch das Brennen von Kerzen u. a., durch das Athmen von

Digitized by Google

Thieren innerhalb eines abgeschlossenen Raumes gemeiner Luft diese verdorben, d. h. zur Unterhaltung des Verbrennens und des Athmens ungeeignet wird, aber im Gegensatze zu seiner Vermuthung, daß lebende Pflanzen ebenso auf die Luft wirken möchten wie lebende Thiere, ergab sich ihm, daß Luft, welche durch die erstgenannten Vorgänge verdorben war, durch das Wachsen von Pflanzen in ihr wieder verbessert wird. Für die Prüfung, in wie weit Luft durch gewisse Einwirkungen verdorben oder wieder verbessert worden sei, fand er bald (1772) ein geeigneteres Mittel als das zuerst, übrigens von ihm auch später noch gern angewendete: zu beobachten, wie sich eine Maus in solcher Luft befinde und wie lange sie in einem gewissen Raume derselben anscheinend ungefährdet zu verweilen vermöge; die Raumverminderung, welche sich bei dem Zusammenbringen von Luft mit s. g. Salpeterluft (Stickoxyd, durch Einwirkung von Salpetersäure auf Kupfer oder andere Metalle dargestellt) über Wasser zeigt, gab ihm einen Maßstab ab für das Verdorbensein der Luft, sofern sie bei weniger verdorbener Luft größer ist. Die Salpeterluft lehrte er als eigenthümliche Luftart kennen. Versuche, bei welchen Kohlen in einem abgeschlossenen Luftraume verbrannt wurden, ließen auch ihn wahrnehmen, daß sich hierbei fixe Luft bildet, und weiter noch, daß nach der Absorption der letzteren durch Kalkwasser das ursprüngliche Luftvolum um ein Fünftheil verkleinert, die rückständige Luft aber ganz verdorben ist. Volumverminderung, und Verdorbensein der rückständigen Luft, beobachtete er auch bei dem Verkalken von Blei oder Zinn in geschlossenem Raume. Die Verderbung der Luft wurde von ihm als auf Beladung derselben mit Phlogiston: auf Phlogistisirung beruhend betrachtend; an der von ihm 1774 durch Erhitzen von rothem Quecksilberkalk erhaltenen Luft fand er die Merkmale der Unverdorbenheit in solchem Grade, daß im Vergleiche mit ihr selbst die gemeine Luft als schon etwas verdorbene oder phlogistisirte erscheint; als dephlogistisirte Luft bezeichnete er das von ihm entdeckte, dann auch noch aus anderen Substanzen dargestellte Sauerstoffgas, und die Messung der Un-

Digitized by Google

verdorbenheit der Luft wurde zu einer Bestimmung der in der letzteren, gemischt mit bereits phlogistisirter, enthaltenen dephlogistisirten Luft.

Aber von welcher Bedeutung auch diese Thatsachen für eine bessere Erklärung der Verbrennung und der Verkalkung waren: sie erschloß sich Priestley nicht, welcher an der Annahme des Phlogistons festhielt und sich lieber, unter starrer Beibehaltung dieser Annahme, unklaren und im Verlaufe seiner Beschäftigung mit Chemie sich widersprechenden Vorstellungen hingab, als daß er die, von ihm stets hartnäckig bestrittene Lavoisier'sche Lehre anerkannt hätte. Der Phlogistontheorie, welche ursprünglich nur zur Erklärung qualitativer Erscheinungen aufgestellt war, blieb Priestley als unermüdlicher, als der letzte namhafte Vertheidiger derselben auch noch getreu, als die Berücksichtigung der Gewichtsverhältnisse und der Gewichtsänderungen in den Vordergrund der Betrachtung gestellt wurde und nicht mehr umgangen werden konnte; auch da noch hielt Priestley daran fest, daß in den brennbaren Körpern und in den Metallen Phlogiston enthalten sei, welches bei der Verbrennung und Verkalkung austrete, um sich mit der Luft oder einem Bestandtheile derselben (der dephlogistisirten Luft) zu vereinigen, und eine Erklärung, weßhalb der Metallkalk doch mehr wiege als das Metall, glaubte er durch die Annahme geben zu können, daß dem Metallkalk, wie er in dem Metall neben Phlogiston enthalten gewesen sei, bei dem Austreten des letzteren Das wiederum zugehe, was aus der Vereinigung des Phlogistons mit der Luft oder einem Bestandtheile derselben als neue Verbindung oder als Ausgeschiedenes resultire, und daß hierauf die Vergrößerung des Gewichtes des Metallkalkes, wie derselbe schließlich bei dem Versuch erhalten wird, beruhe. Schon dies Beispiel zeigt, daß seine Erklärungen gerade nicht ganz einfache waren; ich gehe auch hier auf eine vollständigere Darlegung seiner Vorstellungen, wie er sie für einzelne Körper und Vorgänge aussprach, nicht ein, auch nicht darauf, wie er sich bezüglich der, vor ihm bereits behaupteten Identität der brennbaren Luft (des Wasserstoffs)

Digitized by Google

mit dem Phlogiston äußerte, welcher Behauptung er bald zuneigte, ihr selbst durch seine Entdeckung der Reduction von Metallkalken durch Einwirkung von brennbarer Luft bei höherer Temperatur (1782) eine weitere Stütze gewährend, bald entgegentrat, immerhin aber die brennbare Luft als sehr reich an Phlogiston betrachtend.

In ähnlicher Weise blieben andere Thatsachen, welche Priestley beobachtete und die zur besseren Erkenntniß wichtigster Gegenstände hinführten, für ihn mehr verwirrend als aufklärend. So leitete ihn die Beobachtung der Thatsache (1781), daß bei der Explosion von brennbarer mit atmosphärischer Luft Wasser zum Vorschein kommt, nicht zur Erkenntniß der Bildung und Zusammensetzung des Wassers; und daß das letztere zusammengesetzt sei, wie bald nachher entdeckt und von Lavoisier in unzweideutiger Weise ausgesprochen wurde, fand an Priestley den hartnäckigsten Gegner, welcher stets dabei blieb, das bei der Verbrennung der brennbaren Luft zu erhaltende Wasser sei nur aus den bei dem Vorgang verschwindenden Gasen ausgeschiedenes. Er zuerst hatte (schon 1773) beobachtet, daß bei dem Durchschlagen electrischer Funken durch atmosphärische Luft, welche mit blauer Lackmustinktur in Berührung ist, das Luftvolum sich verkleinert und die Flüssigkeit geröthet wird (er glaubte, fixe Luft bilde sich, und die electrische Materie müsse entweder Phlogiston sein oder es enthalten), er dann den Anstoß dazu gegeben, daß man die atmosphärische Luft als aus dephlogistisirter und phlogistisirter zu betrachten habe; aber als später wahrgenommen und von ihm bestätigt wurde, daß die nach der Explosion von (unreinem) Knallgas vorhandene Flüssigkeit eine Säure enthält, welche Andere als Salpetersäure erkannten, und es sich um die Entstehung der letzteren handelte, war gerade für Priestley Das, was er selbst früher gefunden, keine Anhaltspunkte für die Erkenntniß bietend, in welchen Beziehungen die Salpetersäure zu der dephlogistisirten und der phlogistisirten Luft stehe, sondern standhaft behauptete er nun, Salpetersäure sei das wesentliche Product, das aus brennbarer Luft und dephlogistisirter

Digitized by Google

Luft bei dem Verbrennen der ersteren entstehe. So führte ihn die Beobachtung der Thatsache (1775), daß bei fortgesetztem Durchschlagen electrischer Funken durch die s. g. alkalische Luft (das Ammoniakgas; von ihm schon 1773 durch Erhitzen von Salmiak mit gelöschtem Kalk erhalten) dieselbe ihr Volum stark vergrößert und sich zu Luft, die bei Zusatz von Wasser unabsorbirt bleibt, umwandelt, nicht zu der Erkenntniß, was etwa hier neben der brennbaren Luft, deren Auftreten ihm nicht entging, zum Vorschein komme; und auch eine spätere Beobachtung (1783), daß bei dem Erhitzen von Bleikalk in alkalischer Luft der erstere reducirt wird und phlogistisirte Luft rückständig bleibt, führte ihn noch nicht zu der Entdeckung der wahren Zusammensetzung der alkalischen Luft. Was ihm hier versagt blieb, erschloß sich bald Anderen in genauerer Feststellung der Bedingungen und Erfolge und richtiger Deutung; später erst wurde klar gemacht, wie es sich mit der von Priestley (schon 1772, bei dem Glühen von Kalkstein in einer eisernen Röhre) beobachteten Bildung eines entzündlichen Gases verhält, das von ihm mit der eigentlichen brennbaren Luft (dem Wasserstoffgas) für identisch gehalten wurde und durch diese Verwechselung während einiger Zeit (von 1796 an, wo Priestley die Bildung dieses Gases, des Kohlenoxydes, bei dem Erhitzen von Hammerschlag mit Kohle besonders hervorhob) dem von Lavoisier aufgestellten Systeme so viele verwirrende Schwierigkeiten bot.

In dem Vorhergehenden wurden bereits mehrere Gase genannt, welche Priestley zuerst als eigenthümliche Luftarten kennen lehrte; aber größer noch ist die Zahl solcher Gase, welche er bei seinen Versuchen darzustellen lernte und mittelst der von ihm vervollkommneten Vorrichtungen, namentlich auch durch die Anwendung von Quecksilber an der Stelle von Wasser als Sperrflüssigkeit, aufzusammeln wußte. Schon 1773 beobachtete er, daß die Salpeterluft, wenn (feucht) längere Zeit mit Eisen in Berührung, zu einer anderen Luftart umgewandelt wird, und dieselbe Luftart (das Stickoxydul) erhielt er dann noch rascher bei Einwirkung der Salpeterluft auf Schwefelleber. Ueber Queck-

Digitized by Google

silber fing er mehrere Gase auf, welche er zuerst beschrieb: außer dem Ammoniakgas auch das salzsaure (1772), das schwefligsaure (1775) und das durch Erhitzen des Flußspaths mit Vitriolsäure in Glasretorten (1775) erhaltene Gas (das Fluorsiliciumgas; Priestley bezeichnete es als flußsaure Luft), dessen Natur erst von Anderen richtiger erkannt wurde; und wie er von jeder Säure glaubte, sie müsse eine ihr eigenthümliche Luftart zu liefern im Stande sein, beschrieb er (1775) auch ein aus der Essigsäure zu erhaltendes vegetabilisch-saures Gas, aber er selbst bezweifelte bald die Existenz einer solchen Luftart und nahm seine Angabe dann wieder zurück.

Wesentlich verschieden von Priestley's Leistungen für die Chemie waren die seines Landsmannes H. Cavendish (1731—1810). In enger Beziehung standen mehrfach die Arbeiten beider Forscher, sofern Versuche des Einen durch solche des Anderen veranlaßt, gekreuzt, vervollständigt wurden. Die Untersuchungen Cavendish's erstreckten sich nicht auf so vielerlei Körper und Vorgänge als die Priestley's, aber die des Ersteren waren durchgeführter, was die Behandlung jeder in Angriff genommenen Aufgabe betrifft, und die Ergebnisse waren theilweise von um so größerem Gewichte. Die von Priestley über denselben Vorgang oder Körper zu verschiedenen Zeiten gemachten Mittheilungen lassen es manchmal sehr zweifelhaft, welche Zeit man als die einer gewissen darauf bezüglichen Entdeckung nennen soll; während er einen Gegenstand, welcher ihm Neues bot, wohl wiederholt aber immer verhältnißmäßig nur flüchtig berührte, nahm Cavendish denselben fest in die Hand, ihn nach verschiedenen Seiten genauerer Feststellung Dessen, was er zeigt, unterwerfend. Priestley ging um so kühner und rascher von einer Entdeckung zur anderen, je weniger er sich bewußt war, wie viel bei jeder noch unerledigt blieb; Cavendish beharrte bei jeder Untersuchung, bis er mit Dem abgeschlossen hatte, was — von dem von ihm einmal eingenommenen und dann eingehaltenen Standpunkt aus — dem

Digitized by Google

zu erforschenden Gegenstand an Aufklärung zugewendet werden konnte. Priestley war hastig in der Mittheilung der Ergebnisse seiner Arbeiten, Cavendish zurückhaltend, und zwar so, daß Einiges, selbst Wichtigeres, überhaupt nicht von ihm publicirt worden ist und für Anderes die Verzögerung der Bekanntmachung von ihm erlangter Resultate bis zu möglichster Vervollständigung derselben, wo inzwischen Beobachtungen und Aussprüche Anderer rascher der Oeffentlichkeit übergeben wurden, verschiedene Ansichten darüber aufkommen ließ, wem eigentlich die Priorität einer wichtigen Entdeckung zuzuerkennen sei. Für Fragen, welche durch Wahrnehmungen Priestley's angeregt wurden, brachte Cavendish werthvolles Material zur Beantwortung bei, ohne die letztere selbst richtig auszusprechen: auch er blieb dem von der Phlogistontheorie gegebenen Standpunkte der Betrachtung treu, und von diesem aus gelangte er nicht zu einer richtigen Deutung des von ihm selbst Gefundenen; aber was er gefunden, ließ sofort das Wahre ersehen, wurde es von einem, durch jene Theorie nicht mehr beirrten Forscher wie Lavoisier ins Auge gefaßt.

Cavendish's naturwissenschaftliche Untersuchungen gehören nur zum Theile der Chemie an, und von Dem, was er in dieser Richtung gearbeitet, können hier nur die wichtigsten Ergebnisse in Erinnerung gebracht werden. Dahin gehört, daß er (1766) neben der Bestätigung der Eigenthümlichkeit der fixen Luft den Nachweis gab, daß die s. g. brennbare Luft aus Metallen gleichfalls eine eigenthümliche Luftart ist. Wie die Entwickelung der ersteren Luftart schon vor Black wahrgenommen worden war, ohne daß man die Erkenntniß festgehalten hatte, es sei diese Substanz eine von der gemeinen Luft ganz verschiedene: so auch die Entwickelung der letzteren Luftart vor Cavendish, welcher dieselbe zuerst genauer kennen lehrte. Er erhielt diese Luftart bei der Lösung von Zink oder Eisen in verdünnter Vitriolsäure oder in Salzsäure, oder von Zinn in der letzteren Säure: in derselben Menge bei Einwirkung der einen oder der anderen Säure auf dasselbe Gewicht Zink, von

Digitized by Google

mehr oder weniger verdünnter Vitriolsäure auf dasselbe Gewicht Eisen. Aber gleiche Gewichte jener Metalle ergaben ihm ungleiche, dem Verhältnisse nach bereits sehr annähernd richtig bestimmte Volume brennbarer Luft. Die in so verschiedener Weise dargestellte brennbare Luft erkannte er als sich gleich verhaltend: nicht bemerklich absorbirbar durch Wasser oder Alkalien, in gleichem Grade verbrennlich unter Mitwirkung gemeiner Luft oder explodirbar, wenn mit letzterer innerhalb gewisser Grenzen gemischt, welche er zu ermitteln suchte. Das specifische Gewicht dieser Luftart fand er viel geringer als das der gemeinen Luft, $^1/_{11}$ (richtig ist es $^1/_{14}$) von dem letzteren; er war nicht der Erste, welcher die Dichtigkeit künstlich dargestellter Luft mit der der gemeinen verglich, wohl aber der Erste, welcher eine Verschiedenheit erkannte und das specifische Gewicht eines Gases als etwas das letztere Characterisirendes nachwies. Ich darf nicht hier auf die Besprechung eingehen, wie Cavendish die Resultate der nach einem mangelhaften Verfahren ausgeführten Ermittelung des specifischen Gewichtes durch die Anwendung einer scharfsinnigst ausgedachten Methode zu controliren suchte; nicht, wie schon er die Feuchtigkeit sich entwickelnder Gase durch die Anwendung von Trockenröhren beseitigte, für die Messung von Gasvolumen auf Druck und Temperatur Rücksicht nahm. Aber Das ist anzugeben, was er über die Entstehung dieser brennbaren Luft dachte, welche er nicht erhielt, wenn er jene Metalle in Salpetersäure löste oder in heißem (nicht verdünntem) Vitriolöl: die brennbare Luft sei das in den Metallen enthaltene Phlogiston, und in Form dieser Luft entweiche dasselbe unverändert, während bei Einwirkung von Salpetersäure oder Vitriolöl auf die Metalle das Phlogiston zwar auch aus den letzteren austrete, aber unter Vereinigung mit diesen Säuren dann die Dämpfe phlogistisirter Säuren bilde, welche unentzündlich seien. — In seinen Mittheilungen über die fixe Luft gab er damals, bereits unter Anwendung von Quecksilber als Sperrflüssigkeit, sehr annähernd richtige Bestimmungen über die Absorbirbarkeit dieser Luftart in Wasser und in Wein-

Digitized by Google

geist, unter Beachtung des Einflusses der Temperatur und daß die fixe Luft aus einer Mischung derselben mit atmosphärischer in geringerer Menge von Wasser aufgenommen wird, als wenn im reinen Zustande mit dem letzteren in Berührung gebracht; er untersuchte den Einfluß der Zumischung von fixer Luft zu gemeiner auf das Vermögen der letzteren, die Verbrennung zu unterhalten; er fand das Verhältniß der specifischen Gewichte beider nahezu genau, wie 1,57 zu 1; er ermittelte, weniger genau, den Gehalt verschiedener starrer Substanzen an fixer Luft, in ähnlicher Weise, wie jetzt noch solche Bestimmungen ausgeführt werden. Und bei der Untersuchung eines Londoner Brunnenwassers fand er bald nachher (1767), daß unlösliche erdige Substanzen, welche fixe Luft enthalten, durch eine weitere Menge derselben in Wasser löslich gemacht sein können.

Das waren Untersuchungen, welche zu der Erkenntniß verschiedener Gase und ihrer Eigenschaften mächtig beitrugen und zu den Grundsteinen gehören, auf welchen unser jetziges Wissen über solche Körper beruht. Was Cavendish hier bereits an Fähigkeit, quantitative Bestimmungen auf diesem Felde auszuführen, gezeigt hatte, bewährte er später, zunächst in der (1783 veröffentlichten) Ermittelung der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft. Priestley's Anwendung des Salpetergases zur Messung der Güte der Luft oder zur Bestimmung des noch nicht phlogistisirten Theiles derselben (S. 63 f.) hatte sehr wechselnde Resultate gegeben, und innerhalb weiter Grenzen hielt man den Gehalt der gemeinen Luft an dephlogistisirter für veränderlich. Cavendish war es, welcher für das unsichere Verfahren erkannte, wie mit demselben sichere Resultate zu erhalten seien, und durch eine mit großer Ausdauer fortgesetzte Reihe von Versuchen (schon 1781) feststellte, daß die Luft an demselben Orte während längerer Zeit ihre Zusammensetzung nicht merklich ändert und die Luft von verschiedenen Orten nicht merklich verschieden zusammengesetzt ist; was er fand, ist, in unsere Ausdrucksweise übersetzt, daß in 100 Vol. Luft 20,8 Vol. dephlogistisirte Luft (richtig: 20,9) enthalten seien; in runder Zahl werden von Ca-

Digitized by Google

vendish später immer $^4/_5$ der atmosphärischen Luft, dem Volum nach, als aus phlogistisirter, $^1/_5$ Vol. als aus dephlogistisirter Luft bestehend angenommen.

Eine andere Reihe von Versuchen (1784 veröffentlicht, theilweise schon 1781 ausgeführt) hatte zum Gegenstand, die Ursache der Volumverminderung der Luft bei solchen Vorgängen ausfindig zu machen, bei welchen sie phlogistisirt werde, und zu entdecken, was aus der hierbei fortgehenden oder verdichteten Luft werde. Um die damals von Einigen gehegte Ansicht zu prüfen, daß bei der Phlogistisirung der Luft stets fixe Luft sich bilde, schloß Cavendish solche Vorgänge aus dem Bereiche seiner Versuche aus, bei welchen vegetabilische oder mineralische Substanzen mit in's Spiel kommen, welche nachgewiesenermaßen bei chemischen Veränderungen fixe Luft ausgeben können; was bei der Phlogistisirung der Luft durch Metalle bei der Verkalkung derselben, durch Schwefel oder Phosphor bei dem Verbrennen dieser Substanzen, durch Salpetergas, durch Explosion der Mischung mit der aus Metallen erhaltenen brennbaren Luft eintrete, wollte er ergründen. Nach Cavendish fehlen entweder alle Anhaltspunkte, hierbei Bildung von fixer Luft anzunehmen, oder seine eigenen Versuche beweisen, daß diese Luftart sich nicht bildet; er zeigte auch, daß sich bei der Phlogistisirung der Luft durch brennenden Schwefel oder durch Schwefelleberlösung keine Salpetersäure, bei Phlogistisirung durch Salpetergas keine Vitriolsäure bildet. Aber namentlich beschäftigte ihn die Phlogistisirung der Luft mittelst brennbarer Luft — wie Cavendish ausdrücklich erinnert: der aus Metallen erhaltenen brennbaren Luft. Bei der Explosion eines Gemisches beider Luftarten in einem festgeschlossenen Gefäße durch den electrischen Funken ergab sich nicht, was ein anderer Chemiker 1781 gefunden zu haben glaubte: ein Gewichtsverlust, wohl aber, was da auch schon beobachtet worden war, eine Ausscheidung von Feuchtigkeit. Eine quantitative Bestimmung versuchte Cavendish zuerst: nach seinen Versuchen brauchen 1000 Volume gemeiner Luft (diese enthalten, wie hier erinnert werden mag, nach Cavendish's Ermittelung

Digitized by Google

208 Vol. dephlogistisirte Luft) zur vollständigen Phlogistisirung 423 Volume brennbare Luft, und dabei bleiben kaum mehr als $^4/_5$ von dem Volum der angewendeten gemeinen Luft zurück: die brennbare Luft und etwa $^1/_5$ der gemeinen Luft verlieren hierbei ihre Elasticität und werden zu einer Flüssigkeit, welche, nach Versuchen in größerem Maßstab, Wasser ist. Ein Versuch mit einem Gemische von 1 Volum dephlogistisirter Luft mit etwas weniger als 2 (mit 1,9) Vol. brennbarer ergab, daß bei der Explosion fast alle hier vorhandene Luft ihre Elasticität verlor, und nur wenig Luft zurückblieb, welche reicher an dephlogistisirter Luft befunden wurde als es die gemeine Luft ist; öftere Wiederholung des Versuches in demselben Gefäße ließ, was aus der verschwundenen Luft wird, in etwas größerer Menge erhalten: es war Wasser, das eine kleine Menge Salpetersäure enthielt. Diese Säure trat in merklich größerer Menge auf, wenn das Verhältniß der dephlogistisirten Luft zu der brennbaren größer genommen wurde, als wenn die Menge der letzteren zur vollständigen Phlogistisirung der ersteren genügte; und dieselbe Säure wurde bei Anwendung von dephlogistisirter Luft erhalten, die in verschiedener Weise dargestellt war. An Verunreinigungen der von ihm angewendeten Luftarten dachte Cavendish, welcher die vorhergehenden Resultate bereits 1781 erhalten hatte, zunächst nur insoweit, daß er keinen Zweifel daran hegte, bei Versuchen mit vollkommen reiner dephlogistisirter und brennbarer Luft werden diese durch Explosion ihrer ganzen Menge nach verdichtet werden; eine größere Bedeutung gewannen aber diese Verunreinigungen, als es sich für ihn dann um die Auffindung der Quelle handelte, welcher die, das Auftreten von Wasser meistens begleitende Salpetersäure entstammte. Und hierfür zog er namentlich in Betracht, daß phlogistisirte Luft (Stickstoff) eine Verbindung von Salpetersäure mit Phlogiston sei, und daß diese Luft, wenn als Verunreinigung neben überschüssiger dephlogistisirter Luft vorhanden, wegen der starken Verwandtschaft der letzteren zum Phlogiston bei der Phlogistisirung derselben durch brennbare Luft gleichzeitig ihres Phlogistons beraubt und so zu

Digitized by Google

Salpetersäure umgewandelt werden könne; einen, wie Cavendish selbst meinte, entscheidenden Beweis dafür, daß diese Erklärung die richtige sei, fand er in der durch wiederholte Versuche festgestellten Thatsache, daß bei der Explosion von dephlogistisirter Luft mit brennbarer mehr Salpetersäure in der sich verdichtenden Flüssigkeit enthalten ist, wenn dem Gasgemische vor der Explosion etwas phlogistisirte Luft zugesetzt worden war. Die Säurebildung bei der Entzündung der mit dephlogistisirter Luft gemischten brennbaren Luft war damit für Cavendish als etwas Unwesentliches nachgewiesen. Das Auftreten von Wasser war ihm das Wesentliche, und bezüglich dieses Resultates sprach er sich 1784 dahin aus: dephlogistisirte Luft sei als dephlogistisirtes Wasser zu betrachten, oder mit anderen Worten: Wasser bestehe aus dephlogistisirter Luft vereinigt mit Phlogiston; und brennbare Luft sei entweder reines Phlogiston oder aber (was er jetzt als wahrscheinlicher betrachtete) eine Verbindung von Wasser mit Phlogiston; denn gemäß solcher Annahme bilden beide Substanzen (die dephlogistisirte und die brennbare Luft) bei ihrer Vereinigung reines Wasser.

An diese Untersuchung schloß sich eine (1785 veröffentlichte) an, durch welche Cavendish die Ursache der Volumverminderung zu erkennen suchte, welche die atmosphärische Luft bei dem Durchschlagen electrischer Funken erleidet. Er fand bestätigt, daß sich hierbei eine Säure bildet, und er widerlegte, daß diese Säure fixe Luft sei (vgl. S. 65); er erkannte sie als Salpetersäure. Die Volumverminderung war bei Anwendung gemeiner Luft, die mit Kalkwasser in Berührung war, größer, als daß sie nur auf Phlogistisirung (Wegnahme der dephlogistisirten Luft) hätte beruhen können. Keiner der beiden Bestandtheile der atmosphärischen Luft zeigte für sich, wenn in Berührung mit Aetzlauge der Einwirkung electrischer Funken unterworfen, die Volumverminderung; Versuche zur Ermittelung, Luft von welcher Zusammensetzung unter diesen Umständen die stärkste Volumverminderung erleide, ergaben, daß eine Mischung von 3 Vol. atmosphärischer Luft mit 5 Vol. dephlogistisirter, oder (was nach Cavendish's

Digitized by Google

Angabe Dasselbe ist) von 3 Vol. phlogistisirter Luft mit 7 Vol. dephlogistisirter, hierbei fast ganz verschwindet (das richtige Verhältniß wäre 3 zu 5,3, resp. 3 zu 7,5). Die Erklärung der Bildung der Salpetersäure ergab sich ihm wiederum aus der Annahme, daß phlogistisirte Luft eine Verbindung von Salpetersäure mit Phlogiston sei, zusammen mit der, daß dephlogistisirte Luft dephlogistisirtes Wasser sei; das Zutreten der letzteren Luft zu einem phlogistonhaltigen Körper sei gleichbedeutend mit der Wegnahme des Phlogistons aus ihm und der Zufügung von Wasser, und es müsse also auch bei der chemischen Verbindung der dephlogistisirten Luft mit phlogistisirter letztere zu Salpetersäure und Wasser umgewandelt werden. In diesem Resultate seiner Untersuchung sah Cavendish auch mit Recht eine Bestätigung der vorher von ihm gegebenen Erklärung der Salpetersäurebildung bei der Explosion von brennbarer mit dephlogistisirter Luft: daß das Auftreten dieser Säure hier nur auf der Beimischung von etwas phlogistisirter Luft beruhe. — Daß wirklich eine Mischung von dephlogistisirter und phlogistisirter Luft durch electrische Funken zu Salpetersäure umgewandelt werden könne, wurde von Einzelnen bezweifelt; eine Zurückweisung dieser Zweifel enthielt die letzte der Chemie zugehörige Arbeit, welche Cavendish (1788) veröffentlicht hat.

Cavendish zog sich von der Chemie zurück, als der Sieg neuer Ansichten über die Phlogistontheorie sich entschieden hatte. Er war ein Anhänger dieser Theorie geblieben, und dabei hatte doch gerade er zur Erkenntniß von Thatsachen wesentlichst mitgewirkt, welche die Widerlegung der Lehre, daß Etwas als Phlogiston zu Bezeichnendes anzunehmen sei, vervollständigten. Er glaubte, daß das zu seiner Zeit in der Chemie neu Erkannte sich noch unter Beibehaltung der Annahme des Phlogistons deuten und in der Sprache der älteren Lehre ausdrücken lasse, und zu einem Abgehen von dem Bestehenden genügender Grund nicht gegeben sei; die Schlußfolgerungen aus seinen Versuchen wurden dadurch unklar im Ausdruck, theilweise unrichtig, was Thatsächliches betrifft. Von der früher (1766) aufgestellten Ansicht, daß

Digitized by Google

die brennbare Luft aus Metallen reines Phlogiston sei, ging er später (1784) wieder ab, zu einer Zeit, wo andere Anhänger der Phlogistontheorie die Rettung derselben wesentlich in einem Festhalten an dieser Ansicht sahen; diese brennbare Luft betrachtete er jetzt als eine Verbindung von Phlogiston mit Wasser, das letztere aber auch als zusammengesetzt, als Phlogiston enthaltend, und die dephlogistisirte Luft als Wasser, welches seines Phlogistons beraubt sei. Darauf fußend, daß dephlogistisirte Luft bei der Aufnahme von Phlogiston wieder Wasser bilde, glaubte er (1784), nachdem bereits Lavoisier's System vorlag, aussprechen zu können, experimental lasse sich wohl nur sehr schwierig zwischen diesem und der (allerdings etwas accomodirten) Phlogistontheorie entscheiden, da es auf Dasselbe hinauskomme, ob man einen Zutritt von dephlogistisirter Luft zu einem Körper annehme oder Austreten des Phlogistons aus dem letzteren und gleichzeitiges Zutreten von Wasser; diese Ansichten liegen auch den später (1785; vgl. S. 74) darüber, was bei Einwirkung der dephlogistisirten Luft auf phlogistonhaltige Körper statthabe, geäußerten Vorstellungen zu Grunde und dem Irrthum, das Auftreten von Salpetersäure bei der Vereinigung von phlogistisirter mit dephlogistisirter Luft müsse von einer Bildung von Wasser begleitet sein.

Unter den Zeitgenossen Priestley's und Cavendish's, welche der Phlogistontheorie treu blieben, sind es noch zwei, die sich in solcher Weise auszeichneten, daß wir hier bei ihnen zu verweilen haben: der Schwede Bergman und Scheele, welcher Letztere, in Deutschland geboren, gleichfalls Schweden als dem Land angehört, in welchem er seine ganze wissenschaftliche Thätigkeit entfaltete. Jeder derselben hat auch in der Richtung, deren Wichtigkeit für jene Zeit oben (S. 61) hervorgehoben wurde: in der der pneumatischen Chemie, gearbeitet; Scheele selbstständiger und mit bedeutenderen Resultaten, welche zu den von den letztbesprochenen Forschern erhaltenen in so enger Bezieh-

Digitized by Google

ung stehen, daß ich sie, und mit ihnen Scheele's Thätigkeit überhaupt paßlich hier zuerst bespreche.

Aeußerst mannichfaltig sind die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen, welche C. W. Scheele (1742—1786) ausgeführt hat. Auf dem Felde der pneumatischen Chemie hat er nicht so zahlreiche Entdeckungen gemacht, wie Priestley, und in der Ausführung quantitativer Bestimmungen stand er, wie auch in der Verfügung über dafür geeignete Apparate, hinter Cavendish zurück; aber außer auf jenem Felde hat er sich noch auf mehreren Gebieten der Chemie ausgezeichnet, welche für diese Forscher ferne liegende, theilweise unzugängliche waren. Auch Scheele's Arbeiten lassen mehrfach genaue Beobachtung von Thatsächlichem in höherem Grad anerkennen, als richtige Deutung desselben; andererseits betreffen sie jedoch häufig solche Gegenstände, für welche damals die Wichtigkeit des thatsächlich Gefundenen überwog und die der theoretischen Deutung der Resultate zurücktrat.

Ein merkwürdiges Beispiel von richtiger Beobachtung von Thatsachen, unrichtiger Deutung der Resultate, Erfassung einer irrigen Theorie und Hinleitung zu einer wichtigen Entdeckung gerade durch diese Theorie geben Scheele's Untersuchungen über die Luft und das Feuer, welche schon 1775 so, wie sie 1777 veröffentlicht worden sind, abgeschlossen waren. Sein Bestreben, selbstständig eine Ansicht über die Natur des Feuers und der Wärme zu gewinnen, veranlaßt ihn, die Luft mit in den Kreis seiner Versuche zu ziehen, um des Antheils willen, welchen sie an Feuer- und Wärmeerscheinungen hat. Er läßt auf ein abgesperrtes Volum atmosphärischer Luft verschiedene Substanzen einwirken, die als phlogistonhaltige betrachtet wurden und für welche bei dieser Einwirkung ein Austreten von Phlogiston anzunehmen war: Lösungen von Schwefelleber oder dem Kalisalz der phlogistisirten Vitriolsäure, den feuchten Niederschlag aus Eisenvitriollösung durch Kali, feuchte Eisenfeile u. a.; er findet, daß das Volum der Luft hierbei immer nach einem gewissen Verhältniß verringert wird, und die rückständig bleibende

Digitized by Google

Luft erweist sich ihm als ganz unfähig, Verbrennungserscheinungen zu unterhalten. Die ihm zunächst sich bietende Ansicht ist, die Luft ziehe sich bei der Aufnahme von Phlogiston auf ein kleineres Volum zusammen. Die rückständige Luft müßte dann wegen dieser Verkleinerung des erfüllten Raumes und des noch hinzugekommenen Gewichtes des Phlogistons specifisch schwerer sein, wie die gemeine Luft; zu seinem Erstaunen findet Scheele aber das Gegentheil. Ein Theil der Luft war also weggegangen, und zwar ohne daß derselbe sich, etwa als fixe Luft o. a., in den zu den Versuchen angewendeten Substanzen nach der Veränderung derselben durch die Einwirkung der Luft hätte wiederfinden lassen. Scheele schließt aus dem bis dahin von ihm Festgestellten, die gemeine Luft müsse aus zwei verschiedenen Luftarten bestehen, von welchen die eine der Fähigkeit, das Phlogiston anzuziehen, entbehre, die andere aber, $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der gemeinen Luft dem Volume nach betragend, mit dieser Fähigkeit besonders ausgestattet sei; die erstere Luftart bleibe als Rückstand bei den vorbesprochenen Versuchen, aber zur Erkenntniß, was aus der zweiten Luftart nach ihrer Verbindung mit Phlogiston werde, seien weitere Versuche nothwendig. Diese stellt er nun in der Art an, daß er eigentliche Verbrennungen in abgesperrten Volumen gemeiner Luft vor sich gehen läßt: von Substanzen, welche keine luftähnlichen Flüssigkeiten bei dem Brennen bilden, wie Phosphor und die mittelst Eisen und Vitriolsäure dargestellte brennbare Luft (auch er findet, daß sich bei dem Verbrennen der letzteren keine fixe Luft bildet), und von Substanzen, welche hierbei fixe Luft entstehen lassen, wie Wachs, Weingeist, Holzkohle. Bei Anwendung der ersteren Substanzen zeigt sich ihm wieder die frühere Volumverminderung, bei Anwendung der letzteren eine mehr oder weniger nahe kommende nach Absorption der entstandenen fixen Luft. Einen Schritt weiter glaubt Scheele gekommen zu sein durch die Erkenntniß, daß die Vereinigung des Phlogistons mit einem Theile der gemeinen Luft das Volum der letzteren sich verringern läßt, einerlei ob die Vereinigung ohne oder mit Feuererscheinung vor sich geht. Und nun versteigt

Digitized by Google

er sich sofort zu der Behauptung, bei dieser Vereinigung müsse eine so zarte Verbindung entstanden sein, daß dieselbe fähig sei, die Poren der zum Abschluß der Luft angewendeten Glasgefäße zu durchdringen; und diese zarte Verbindung ist nach seiner Ansicht nichts Anderes, als das Feuer oder die Wärme. Diese Schlußfolgerung giebt er zugleich mit dem Beweise für die Richtigkeit derselben: daß man nämlich die Wärme zerlegen könne, durch Anwendung solcher Substanzen, welche ihr das darin enthaltene Phlogiston entziehen und ihren anderen Bestandtheil frei werden lassen, d. i. den Körper, welcher auch in der gemeinen Luft als der das Verbrennen unterhaltende Antheil derselben enthalten ist. Zu dieser Zerlegung der Wärme wendet er zuerst Salpetersäure an, welche seiner Ansicht nach mit großer Begierde so viel Phlogiston anzieht, daß aus dieser Vereinigung rothe rauchende Salpetersäure resultire; er destillirt Salpeter mit Vitriolöl, und neben rauchender Salpetersäure tritt in der That eine Luftart auf, welche die Verbrennung lebhafter unterhält als gemeine Luft, und die mit dem dreifachen Volume der Luft, welche nach dem Verbrennen von Phosphor in gemeiner Luft übrig geblieben war, gemischt eine, nach Scheele's Urtheil in allen Stücken der gemeinen gleichkommende Luft giebt. Nach Scheele's Vorstellung bildet das Phlogiston der Kohlen, deren Verbrennung die zu der Operation nöthige Hitze giebt, mit einem Bestandtheile der zutretenden Luft Wärme, und ein Theil dieser Verbindung, der Wärme, wird in der Retorte wieder zersetzt zu Phlogiston, das an die Salpetersäure tritt, und jenem nun im reineren Zustande frei werdenden Bestandtheil der Atmosphäre. Und diese vermeintliche Zersetzung der Wärme bewirkt er jetzt noch in anderer Weise, durch Erhitzen von Substanzen, welche große Anziehung zum Phlogiston haben: des Braunsteins z. B. mit Vitriolsäure oder Phosphorsäure, des Salpeters, (wo das Salz der phlogistisirten Salpetersäure entsteht), des Silber-, Gold- oder Queckſilberkalkes u. a. — In dieser Art isolirte Scheele die besondere Luftart, welche er Feuerluft nannte: das Sauerstoffgas, dessen Entdeckung er selbstständig aber wahr-

Digitized by Google

scheinlich etwas später als Priestley machte, jedenfalls erst später veröffentlichte; in der Feuerluft hatte er nun den Bestandtheil der gemeinen Luft, welcher bei Verbrennungen und bei analogen Vorgängen, auch bei dem Athmen, verzehrt wird und welcher in dieser Luft mit einer andern, diese Vorgänge nicht unterhaltenden Luftart gemischt ist, die er als verdorbene Luft bezeichnete. In solcher Weise erklärte Scheele die Verbrennungsvorgänge und die analogen Erscheinungen, und die Wärmewirkungen bei denselben; die Erklärung der Feuererscheinung bei der Verbrennung vervollständigte er auch noch durch die Darlegung, wie die Wärme sei auch das Licht eine Verbindung von Feuerluft mit Phlogiston, aber eine an dem letzteren Bestandtheil reichere, und von dem verschiedenen Gehalte des Lichtes an Phlogiston hänge die Farbe des ersteren ab.

Es ist diese Untersuchung so charakteristisch für Scheele, für seine Art zu forschen und für seine Befangenheit in der Phlogistontheorie, daß über sie hier ausführlicher zu berichten war. Aber kürzer habe ich mich zu fassen, will ich daran erinnern, mit welcher Fülle neuer Entdeckungen er unsere Wissenschaft noch bereichert hat, wie sein Beobachtungstalent und der scharfe Unterscheidungssinn, welcher ihn auszeichnete, ihn viele Körper als eigenthümliche erkennen ließ, welche bis zu ihm noch nicht beachtet oder mit anderen zusammengeworfen worden waren.

Scheele unterschied 1774 die in dem geglühten Salpeter enthaltene Säure (die salpetrige) als phlogistisirte Salpetersäure von der gewöhnlichen Salpetersäure. In demselben Jahre lehrte er in seiner berühmten Untersuchung des Braunsteins das Verhalten dieses Körpers kennen, die bei Einwirkung der Salzsäure auf denselben resultirende, von ihm als dephlogistisirte Salzsäure bezeichnete Luftart (das Chlor) und die Eigenthümlichkeit einer Erdart (des Baryts), welche in einem dem Braunstein beigemengten Mineral enthalten war. Aus dem später als Molybdänglanz bezeichneten Mineral erhielt er 1778 durch Behandlung desselben mit Salpetersäure neben Schwefelsäure eine

Digitized by Google

eigenthümliche Säure (die Molybdänsäure); die Untersuchung des Tungsteins ließ ihn 1781 dieses Mineral als aus Kalk und einer eigenthümlichen Säure (der Wolframsäure) zusammengesetzt erkennen. Seine Versuche über Flußspath ließen ihn diesen 1771 als aus Kalk und einer flüchtigen Säure zusammengesetzt betrachten; irrte er damals (in Folge der Anwendung von Glasgefäßen zu der Zersetzung des Flußspaths mittelst Schwefelsäure) bezüglich der Natur dieser Säure, so trugen doch seine eigenen spätern Versuche (1781) wesentlich zu der Berichtigung dieses Irrthums bei. Seine Untersuchungen über die färbende Substanz im Berlinerblau brachten 1782 unter anderen Resultaten auch die erste Darstellung der Blausäure. Ganz besonders groß ist die Zahl organischer Säuren, welche er zuerst als eigenthümliche unterschied oder zu deren Kenntniß er in erheblichster Weise beitrug: die Weinsäure isolirte er 1769; die von ihm 1776 durch Behandlung des Zuckers mit Salpetersäure erhaltene, zuerst als eine eigenthümliche betrachtete Säure erkannte er 1784 als identisch mit der in dem Sauerkleesalz vorkommenden; die Citronensäure, deren Entdeckung ihm oft zugeschrieben wird, unterschied zwar nicht er zuerst von anderen Säuren, mit welchen sie vorher verwechselt worden war, aber 1784 stellte doch er zuerst sie krystallisirt dar; die Eigenthümlichkeit der Aepfelsäure erkannte er 1785, die Gallussäure lehrte er 1786 darstellen. Zu diesen verschiedenen Säuren, welche Scheele bei der Bearbeitung vegetabilischer Substanzen erhielt, kamen noch mehrere, welche ihm die Beschäftigung mit Substanzen ergab, die in animalischen Organismen entstehen: die Harnsäure, welche er 1776 in Harnsteinen entdeckte, die von ihm 1780 in sauer gewordener Milch gefundene Milchsäure, die Schleimsäure, welche er ebenfalls 1780 bei Behandlung des Milchzuckers mit Salpetersäure erhielt und von der sich gleichzeitig bildenden Oxalsäure unterschied. Und zu allen diesen Entdeckungen, welche die Ausgangspunkte so zahlreicher und wichtiger Untersuchungen in dem Bereiche der organischen Chemie geworden sind, kam noch die des jetzt als Glycerin benannten Körpers, dessen Ausscheidung aus Baumöl bei

Digitized by Google

der Bereitung des Bleipflasters Scheele 1779 zuerst wahrnahm und für welchen er dann (1784), zugleich mit der weiteren Erforschung der Eigenschaften, kennen lehrte, daß derselbe aus den verschiedenartigsten Fetten erhalten werden kann.

Solchem Scharfsinn, wie ihn Scheele bewährte in der erfolgreichen Untersuchung von Gegenständen, an welchen Andere sich umsonst versucht hatten, in der Entdeckung neuer, in der Erkenntniß eigenthümlicher, in der Unterscheidung ähnlicher Substanzen, entsprachen nicht die Vorstellungen, welche er bezüglich allgemeinerer und zwar der wichtigsten Fragen, die damals in der Chemie zu beantworten waren, für die richtigen hielt. Scheele war befangen in dem Glauben an die Phlogistontheorie, und innerhalb dieses Glaubens wiederum von dem Gedanken, welchen er bei der oben (S. 76 ff.) ausführlicher besprochenen Untersuchung erfaßt hatte: daß Wärme und Licht wahre chemische Verbindungen seien mit Phlogiston als dem einen ihrer Bestandtheile. Als die, früher von ihm vernachlässigte Berücksichtigung der Gewichtsverhältnisse bei den Verbrennungs- und Verkalkungsvorgängen unabweisbar an ihn herangetreten war, ging er zwar davon ab, Wärme und Licht geradezu als aus s. g. Feuerluft und Phlogiston zusammengesetzt zu betrachten, aber nur, um zu behaupten, die Feuerluft sei selbst zusammengesetzt und der eine ihrer Bestandtheile vereinige sich mit Plogiston zu Wärme, mit noch mehr von demselben zu Licht. Feuerluft, meinte er zuletzt (1785), enthalte neben sehr wenig Phlogiston ein allgemeines Grund- oder Salzwesen (principium salinum, wie er gleichsam im Gefühle des Bedürfnisses einiger Erläuterung hinzusetzt) und Wasser, welches letztere dem Gewichte nach weitaus das Meiste in der Feuerluft ausmache; dieses Salzwesen sei es, was sich mit Phlogiston zu Wärme und Licht vereinige; bei Verbrennungs- oder Verkalkungsvorgängen wie bei allen Erscheinungen, bei welchen Feuerluft auf phlogistonhaltige Körper einwirke, gehe diese Vereinigung — Freiwerden von Wärme oder auch von Licht — vor sich, aber zu Dem, was in jenen Körpern mit Phlogiston verbunden sei, trete nun das Wasser aus der verzehrten Feuerluft und verursache die bei solchen Vorgängen beobachtete

Digitized by Google

Gewichtszunahme; bei der Verbrennung der brennbaren Luft, welche er als aus demselben Salzwesen und viel Phlogiston (oder, was Dasselbe sei, als aus Wärme und Phlogiston) bestehend betrachtete, treten Wärme und Licht auf, während das Wasser aus der Feuerluft abgeschieden werde. Darauf, ob die beobachteten Gewichtsverhältnisse genau oder nur so ungefähr erklärt werden, legte Scheele offenbar wenig Werth.

Weniger durch selbstständige wichtige Entdeckungen als durch fleißige Benutzung und verständige Ausbildung von Solchem, wofür die Grundlagen bereits vorhanden waren oder die Ausgangspunkte von Anderen gegeben wurden, ist die Thätigkeit ausgezeichnet, welche T. Bergman (1735—1784) zu einem der bedeutendsten Repräsentanten der Chemie in der Zeit machte, deren Betrachtung uns jetzt beschäftigt. Wie er (von 1778 an) die qualitative Analyse auf nassem Wege durch zweckmäßige Auswahl der Reagentien und genauere Angabe der Reactionen auch durch erste Anwendung des Aufschließens von Silicaten behufs der Zerlegung der letzteren, wie er die Analyse auf trockenem Wege (1779) durch seine Anleitung zum Gebrauche des Löthrohrs und der für solche Versuche jetzt noch hauptsächlich benützten Reagentien gefördert hat, wird stets anerkannt bleiben; weniger erfolgreich waren seine Bemühungen, die quantitative Zusammensetzung vieler Verbindungen, namentlich von Salzen, genauer zu ermitteln. Der pneumatischen Chemie gehört seine Arbeit über die Luftsäure (1774) an (so nannte er die Kohlensäure, deren Vorkommen in der atmosphärischen Luft durch ihn erwiesen wurde). Die Verwandtschaftslehre stellte er (von 1775 an) in einer Weise ausgebildet hin, daß seine Auffassungen und Darlegungen im Wesentlichen auch in die neue Gestaltung der Chemie, wie sie durch Lavoisier bewirkt wurde, übergingen, und bis zu dem Anfang unseres Jahrhunderts unbestritten und auch noch später die vorzugsweise festgehaltenen waren. Aber über alle diese Arbeiten kann ich hier nicht eingehender berichten, seine übrigen Leistungen nicht vollständiger

Digitized by Google

aufzählen noch hervorheben, wie oft er aus Angaben Anderer zuerst richtige Schlußfolgerungen gezogen oder in wie vielen Fällen er irrige Behauptungen Anderer berichtigt hat. Wo ich, in dem folgenden Abschnitt, ein Bild davon zu geben habe, wie weit die Chemie sich bis zu dem Sturze der Phlogistontheorie entwickelt hatte, habe ich häufig auf Bergman's Arbeiten und Ansichten Bezug zu nehmen, als Desjenigen, welcher unter den letzten Anhängern dieser Theorie wegen der gleichmäßigen und gründlichen Kenntniß aller Theile der Chemie hier besonders in Betracht zu ziehen ist. Auch seine Speculationen über das Phlogiston und die mannichfaltigen Substanzen, welche es durch Vereinigung mit demselben Körper (namentlich der Salpetersäure) nach verschiedenen Verhältnissen hervorbringen möge, darf ich hier nicht besprechen; an Unrichtigkeit denen Scheele's gleichkommend erwiesen sie sich doch in keiner Weise so fruchtbringend, wie man immerhin es für die des letztgenannten Chemikers anerkennen muß. — Nur bezüglich Eines Punktes will ich dem hier Gesagten noch eine Angabe hinzufügen, zur Bezeichnung der Stellung, welche Bergman in der Chemie einnahm: wie er nämlich die Beachtung der Gewichtsverhältnisse mit der von ihm stets festgehaltenen Phlogistontheorie in Einklang zu bringen suchte. In ähnlicher Weise, wie Cavendish (S. 75) und Scheele (S. 81), namentlich aber den Ansichten des Letzteren sich anschließend, nahm auch Bergman an, daß das bei dem Austreten des Phlogistons aus einem es enthaltenden, der Verkalkung oder Verbrennung unterliegenden Körper durch Vereinigung des Phlogistons mit s. g. dephlogistisirter Luft sich Bildende mit dem außerdem noch in jenem Körper Enthaltenen in Verbindung gehen und so die Gewichtszunahme hervorbringen könne, welche an dem Verkalkungs- oder Verbrennungsrückstand beobachtet wird; und auch gebundene Wärme, welche in solchem Rückstand in größerer Menge enthalten sei, betrachtete er als die Gewichtsvermehrung verursachend. Auf eine präcisere Darlegung seiner Ansichten über diesen Gegenstand ging Bergman übrigens nicht gern ein, und directen Widerspruch gegen Lavoisier's

Digitized by Google

Verwerfung des Phlogistons vermied er; dabei hat er sich der neuen Richtung: Gewichtsverhältnisse zu bestimmen und zu berücksichtigen, aber als einer die bis dahin herrschenden Lehren nur vervollständigenden, doch auch insofern zugänglich gezeigt, als er versuchte, in den als phlogistonhaltig betrachteten Substanzen den relativen und selbst den absoluten Gehalt an Phlogiston zu bestimmen.

In dem Vorhergehenden hatte ich die Hervorragendsten unter den letzten Anhängern der Phlogistontheorie zu besprechen, über ihre bemerkenswertheften Arbeiten und Ansichten zu berichten. Im Vergleiche zu der Besprechung der Repräsentanten der Chemie in früherer Zeit kann Eins hier vermißt werden: die Erörterung, welche Substanzen als Grundbestandtheile der Körper angenommen wurden. Aber neben der Anerkennung des Phlogistons trat da in der That fast die Frage zurück, welche Substanzen außer ihm als wahre Grundbestandtheile in den verschiedenen Körpern enthalten seien; und was in dieser Beziehung in der zuletzt betrachteten Zeit vermuthet und gelehrt worden ist, findet besser in dem folgenden Abschnitt seine Erwähnung.

Digitized by Google

Ueberſicht des Zuſtandes der Chemie vor dem Sturze der Phlogiſtontheorie.

Wir haben jetzt das Vorſchreiten der Chemie bis vor etwa hundert Jahren verfolgt. In raſcherem Ueberblicke, ſeltener nur bei einzelnen Männern oder einzelnen beſonders wichtigen Anſichten und Unterſuchungen verweilend, haben wir die verſchiedenen Richtungen betrachtet, in welchen unſere Wiſſenſchaft bis zu dieſer Zeit bearbeitet wurde, die hauptſächlichſten Vertreter dieſer Richtungen und die Lehren, welche bezüglich der Zuſammenſetzung der Körper und namentlich bezüglich der von den Chemikern zu ermittelnden entfernteren Beſtandtheile derſelben aufgeſtellt worden waren.

Wie weit war die Chemie bis zu dieſer Zeit vorgeſchritten — bis zu der Zeit, wo Lavoiſier ſo mächtig auf ihre weitere Entwickelung einwirkte und dieſe in eine, ſeitdem unabläſſig verfolgte Bahn lenkte? Hatte die Chemie ſich wirklich damals bereits Anſprüche darauf geſichert, als eine Wiſſenſchaft betrachtet zu werden, oder verdiente ſie nach Dem, was ſie anſtrebte und leiſtete, damals dieſe Bezeichnung noch nicht? Ging, was die folgende Zeit als ſ. g. neuere Chemie brachte, aus dem früher bereits Erkannten und wiſſenſchaftlich Zuſammengefaßten in weiterer Ausbildung deſſelben hervor, oder datirt die Chemie als Wiſſenſchaft wirklich erſt ſeit Lavoiſier? Sehr verſchiedene Antworten ſind auf dieſe Fragen gegeben worden: von Solchen, welche dem Uebergange der älteren Chemie in dieſe neuere näher ſtanden, und von Solchen, welche erſt aus größerer Entfernung auf denſelben zurückblickten; von Solchen, welche mehr außerhalb dieſes Wiſſenſchaftsgebietes ſtanden, und von Solchen, welche in

Digitized by Google

ihm ſelbſt eine hervorragende Stellung einnehmen. Lavoiſier ſelbſt*) und die zunächſt an ihn ſich anreihenden Chemi-

*) Ich entſinne mich aus Lavoiſier's Schriften keiner Stelle, welche eine ausdrückliche Antwort auf die Frage gäbe, ob die Chemie als Wiſſenſchaft erſt als durch ihn begründet anzuſehen ſei; dieſe Frage war, wie ich glaube, eine ſeiner Anſicht nach gar nicht aufzuwerfende. Lavoiſier fand eine wiſſenſchaftlich betriebene Chemie vor, und was ſeine Vorgänger erkannt und gelehrt hatten, vervollſtändigte und berichtigte er. Ich erinnere daran, wie er ſich in ſeinen, in den Memoiren der Pariſer Akademie für 1778 veröffentlichten allgemeinen Bemerkungen über die Natur der Säuren ausdrückte (Oeuvres de Lavoisier, T. II, p. 248); nachdem er hier einleitend beſprochen hat, wie ſich die Erkenntniß der ſ. g. neutralen Salze: daß ſie aus einer Säure und einer Baſe beſtehen, herausgebildet hatte, geht er zu der Darlegung ſeiner eigenen Unterſuchungen mit den Worten über: D'après cet état où la science chimique nous est transmise, il nous reste à faire, sur les principes constituants des sels neutres, ce que les chimistes, nos prédécesseurs, ont fait sur les sels neutres eux-mêmes, à attaquer les acides et les bases, et à reculer encore d'un degré les bornes de l'analyse chimique en ce genre. Ganz ähnlich äußerte er ſich bezüglich des allmäligen Vorſchreitens in ſolcher Einſicht 1789 im Traité de chimie (T. I, p. 193 der Ausgabe von dieſem Jahr; Oeuvres, T. I, p. 136). Aber was die neuen Forſchungen an den früheren Vorſtellungen erweiterten und berichtigten, gab der Chemie allerdings eine ganz andere Geſtaltung; mit Recht konnte Lavoiſier 1787 in ſeiner Abhandlung über die Nothwendigkeit, die chemiſche Nomenclatur zu reformiren (ſie iſt auch in die als T. III des Traité gegebene Schrift über die chemiſche Nomenclatur aufgenommen; hier p. 2), ſagen, que les découvertes modernes eussent donné à la chimie une forme pour ainsi dire nouvelle. — Beiläufig bemerkt hat Lavoiſier gerade den Theil der Chemie für ſtreng wiſſenſchaftlicher Behandlung fähig gehalten, an welchen er ſelbſt am Wenigſten gerührt hat: der Plan des Buches, ſagt er im Discours préliminaire zum Traité de chimie (p. XIII s. der Ausgabe von 1789; Oeuvres, T. I, p. 5), ne m'a pas permis de comprendre dans cet ouvrage la partie de la chimie la plus susceptible, peut-être, de devenir un jour une science exacte: c'est celle qui traite des affinités chimiques ou attractions électives. Ich habe bald (S. 88, Anmerk.) an eine ähnliche Aeußerung Berthollet's darüber zu erinnern, welcher Theil der Chemie als der für die Anerkennung derſelben als Wiſſenſchaft vorzugsweiſe in Betracht zu ziehende angeſehen wurde.

Es iſt hier wohl der paſſende Ort, einige Angaben darüber zu machen, wie Lavoiſier zu verſchiedenen Zeiten die Phlogiſtontheorie beurtheilte; darauf, wie er ſelbſt früher an die Lehren derſelben glaubte und nur allmälig zur Verwerfung derſelben gelangte, habe ich übrigens bei der

Digitized by Google

ker*) haben die Arbeiten des Ersteren, durch welche vorher gehegte Vorstellungen widerlegt und andere begründet wurden, nicht als

---

Besprechung seiner Leistungen noch einmal zurückzukommen. Noch 1772 — in einem Aufsatz über das Elementarfeuer, welcher über die mit Brennspiegeln zweckmäßig anzustellenden Versuche handelt (Oeuvres, T. III, p. 261), meinte er nach der Erwähnung, daß Stahl's Lehre unter dessen Namen erst von 1723 an in Frankreich vorgetragen worden sei: On se persuadera difficilement cependant qu'une doctrine aussi célèbre en Allemagne, aussi digne de l'être, ait été tellement confinée pendant douze ans dans le lieu qui l'avait vue naître, qu'il n'en ait rien pénétré dans les pays voisins et surtout en France. In der Abhandlung über die Verbrennung im Allgemeinen, welche in den Memoiren der Pariser Akademie für 1777 veröffentlicht wurde, sagte er noch nach Aufzählung verschiedener, die Verkalkung der Metalle betreffender Vorgänge (Oeuvres, T. II, p. 227): Ces différents phénomènes de la calcination des métaux et de la combustion s'expliquent d'une manière très-heureuse dans l'hypothèse de Stahl; die Existenz von etwas als Phlogiston zu Benennendem in den Metallen sei jedoch nicht nachgewiesen, und Stahl's Lehre müsse bis in ihre Grundfeste wanken, wenn dieselben Thatsachen sich ohne Annahme des Phlogistons erklären lassen. Aber in einer in die Memoiren der Pariser Akademie für 1782 aufgenommenen, wenn gleich keinesfalls vor 1783 geschriebenen Abhandlung über die Auflösung der Metalle in den Säuren urtheilte Lavoisier (Oeuvres, T. II, p. 510) über das Phlogiston: L'existence de ce principe me paraît absolument hypothétique; cet être, introduit par Stahl dans la chimie, loin d'y avoir porté la lumière, me paraît en avoir fait une science obscure et inintelligible pour ceux qui n'en ont pas fait une étude très-particulière. Und in seinen in denselben Memoiren für 1783 stehenden, 1786 veröffentlichten Erwägungen über die Lehre vom Phlogiston sagte er (Oeuvres, T. II, p. 623 s.): Il est temps que je m'explique d'une manière plus précise et plus formelle sur une opinion que je regarde comme une erreur funeste à la chimie, et qui me paraît en avoir retardé considérablement les progrès par la mauvaise manière de philosopher qu'elle y a introduite. — Das sind sehr verschiedene Urtheile eines und desselben Mannes; gewöhnlich werden nur die zuletzt ausgesprochenen beachtet, aber bei einer historischen Betrachtung ist auch an die früher abgegebenen zu erinnern.

*) Die Bedeutendsten unter den Chemikern, welche Lavoisier als erste Anhänger gewann: Berthollet, Guyton de Morveau, Fourcroy, waren selbst noch in der Schule der Phlogistontheorie gebildet, hatten vorher diese Theorie gegen Lavoisier's Angriffe aufrecht zu halten gesucht. Aber sie wußten um so besser zu würdigen, was die neue Lehre der

Digitized by Google

eine neue Wiſſenſchaft conſtituirend betrachtet, ſondern als für einzelne und zwar höchſt wichtige Theile einer ſchon länger beſtehenden die Anſichten berichtigend: für ſo wichtige Theile dieſer Wiſſenſchaft und unter allgemeiner Einführung einer bis dahin ſo wenig zur Geltung gebrachten Forſchungsweiſe, daß das Ge-

---

älteren gegenüber an Fortſchritten bot, und ſie unterſchätzten Dies um ſo weniger, als ſie ſich einen Antheil an dem Verdienſte beimaßen, jene Lehre ſchließlich zur Geltung gebracht zu haben. Fourcroy kann bekanntlich nicht beſchuldigt werden, nach ſeinem Uebertritt zum Lavoiſier'ſchen Syſtem den Anſprüchen des letzteren Etwas vergeben zu haben, und es mag hier daran erinnert werden, wie er ſich in dem, 1795 bis 1797 für die Encyclopédie méthodique geſchriebenen Artikel Chimie geäußert hat. Er will hier die Geſchichte der Revolution geben, welche ſich in der Chemie vollzogen habe, und die Principien der, von ihm als die moderne bezeichneten Chemie darlegen. Wohl iſt er, anknüpfend daran, daß bereits vorher für die Chemie Selbſtſtändigkeit und Berechtigung zu eigenen Theorien beanſprucht und vertheidigt worden ſei, der Anſicht, daß gerade die Unterſuchungen der zunächſt vorausgegangenen Jahrzehnte ont terminé ce procès, et fait de la chimie une science réelle qui n'emprunte presque rien aux autres; aber ausdrücklich betont er die Stetigkeit in der Entwickelung der Chemie von ſchon früherer Zeit her. Die Revolution, welche in der Chemie ſtattgefunden habe, wird nach Fourcroy durch Black's Arbeit über die fixe Luft eingeleitet. Lavoiſier, welcher die vorher bereits begonnene Bewegung in die rechte Bahn eingelenkt und die von ihm eingeſchlagene Richtung mit ihren Conſequenzen zur Anerkennung gebracht habe, wird von Fourcroy gerühmt comme le père de la doctrine dont nous traçons l'histoire, comme le créateur d'une méthode d'analyse chimique, il est pour cette science ce qu'ont été Kepler, Newton, Locke, Euler pour les mathématiques et la géometrie, il a trouvé une marche nouvelle, il a dirigé vraiment les pas de ses contemporains, il a changé d'une manière heureuse et l'art d'opérer et le mode de raisonner en chimie u. ſ. w.; aber vergeblich ſucht man hier nach einem Ausſpruche, daß die Chemie als Wiſſenſchaft überhaupt erſt ſeit Lavoiſier exiſtire, mit der Aufſtellung der Lehre des Letzteren erſt beginne. — Berthollet datirt die Chemie als Wiſſenſchaft mit allgemeineren Principien von der Aufſtellung einer Lehre, auf welche das Lavoiſier'ſche Syſtem am Allerwenigſten verändernd eingewirkt hatte: Ce n'est que depuis que l'on a reconnu l'affinité comme la cause de toutes les combinaisons, que la chimie a pu être regardée comme une science qui commençait à avoir des principes généraux (1803 in der Statique chimique, T. I, p. 6). Vgl. Lavoiſier's oben (S. 86, Anmerk.) mitgetheilte Aeußerung.

Digitized by Google

ſammtbild der Wiſſenſchaft dadurch ein anderes wurde. Die Geſtaltung, welche die Chemie durch Lavoiſier erhielt, erſchien jedoch Manchem als ſo auf den Arbeiten Anderer, welche ihrer ganzen Richtung nach der vorhergehenden Zeit angehören, fußend und mit ihnen verwachſen, daß Einzelnen dieſer Männer — Black, Prieſtley, Watt*) z. B. — in ſehr weitgehender Weiſe ein Antheil an der Neugeſtaltung der Chemie zugeſchrieben worden iſt**). Andererſeits hat man aber auch oft die dieſen Männern zuzugeſtehenden Anſprüche geringer angeſchlagen und die Chemie, wie ſie vor Lavoiſier daſtand, härter beurtheilt; nur dem Namen nach ſoll die Chemie vor Lavoiſier exiſtirt haben, welcher ſie als Wiſſenſchaft erſt habe ſchaffen müſſen, und nach dem Lande, in welchem er Dies gethan habe, ſei die Chemie als eine franzöſiſche Wiſſenſchaft zu betrachten ***).

---

*) Wegen des Antheils, welcher Demſelben an der (ſpäter zu beſprechenden) Erkenntniß der Zuſammenſetzung des Waſſers zukomme.

**) So betrachtete Brougham (Lives of men of letters and science, who flourished in the time of George III., Vol. I, Paris 1845, Preface p. XI) Black's Entdeckungen als the foundation of modern chemistry, und (p. 269 s.) Prieſtley als the immediate, as Black was the more remote, author of modern chemical science. So hat man nach Cuvier (in ſeinem Eloge historique de Priestley; Mémoires de l'Institut des sciences, lettres et arts: Sciences math. et phys., T. VI, Paris 1806, Histoire p. 42) mit allem Rechte Prieſtley zu betrachten comme un des pères de la chimie moderne — —, mais c'est un père qui ne voulut jamais reconnoître sa fille. So wird (Correspondence of the late James Watt on his discovery of the theory of the composition of water, edited by J. P. Muirhead, London 1846, p. I.) die Entdeckung der Zuſammenſetzung des Waſſers, als von Watt gemacht, bezeichnet als the commencement of a new era, the dawn of a new day, in physical inquiry, — the real foundation of the new system of chemistry.

***) So ſagte Dumas (Leçons sur la philosophie chimique, Paris 1837, p. 137) bei der Beſprechung von Lavoiſiers Leiſtungen: Il fallait refaire une science qui n'existait encore que de nom; et cette science, c'était la chimie. So Buckle (History of civilisation in England, 2. ed, Vol. I, London 1858, p. 801): That we owe to France the existence of chemistry as a science, will be admitted by every one who uses the word science in the sense in which alone it ought to be understood, namely, as a body of generalizations so irrefragably true, that

Digitized by Google

Welche von dieſen Anſichten iſt die richtige? War wirklich für Alle, welche vor Lavoiſier forſchend von ſeinem Geiſte noch nicht angehaucht waren oder gleichzeitig mit ihm thätig ſich der Einwirkung dieſes Geiſtes entzogen, — war, um von Vielen nur Einige zu nennen, für Boyle, für Stahl, war für Prieſtley, war für Black, Cavendiſh, Scheele und Bergman ihre Auffaſſung der Chemie, ihre Bearbeitung derſelben noch keine wiſſenſchaftliche?

Daß ſo verſchiedene Urtheile ausgeſprochen worden ſind, beruht nicht etwa lediglich darauf, ob eine gewiſſe Begeiſterung für Einen oder den Anderen unter Denen, welche durch Entdeckungen auf dem Gebiete der Chemie ihre Namen berühmt gemacht haben, ihm allzu großen Antheil an der Entwickelung dieſes Zweiges des Wiſſens zugeſtehen ließ; auch nicht etwa nur auf der Ungleichheit der Bekanntſchaft mit den Leiſtungen in einer oder der anderen Zeit oder Richtung. Doch darf man wohl ſagen, daß für Viele der vorzugsweiſe Anblick Deſſen, was zu einer gewiſſen Zeit in der Wiſſenſchaft ſich änderte, überſehen ließ, wieviel — auch an allgemeineren Reſultaten und Anſichten — in die neue Periode aus der früheren überging und der erſteren immer noch Fundamente ihres Wiſſens abgab. Aber namentlich beruht die Verſchiedenartigkeit der Beurtheilung darauf, daß Einigen das Geltendmachen einer beſtimmten und ſeitdem ſtets feſtgehaltenen Methode der Forſchung auf einem gewiſſen Gebiete als die Forſchung ſelbſt erſt zu einer wiſſenſchaftlichen erhebend, als die Exiſtenz der betreffenden Wiſſenſchaft erſt bedingend erſcheint, während Andere die Exiſtenz der letzteren ſchon für die Zeiten anerkennen, in welchen die Aufgabe der

though they may be subsequently covered by higher generalizations, they cannot be overthrown by them; in other words, generalizations which may be absorbed, but not refuted. So A. Wurtz (Histoire des doctrines chimiques etc., Paris 1868, p. I): La chimie est une science française; elle fut constituée par Lavoisier, und (Bulletin de la société chimique de Paris, T. XI, 1869, p. 277): Considérant Lavoisier comme le véritable fondateur de la science chimique, j'ai voulu dire que cette science est française par son origine, ou qu'elle est née en France.

Digitized by Google

Wissenschaft so wie später aufgefaßt war, wenn man auch diese Aufgabe nach anderen, weniger richtigen Methoden zu lösen suchte oder die richtige Methode nur unvollkommen — allzu beschränkt oder durch falsche Voraussetzungen beirrt — anzuwenden wußte.

Ich will in dem Folgenden zusammenzustellen suchen, was über die Ausbildung der Chemie vor Lavoisier und darüber, ob diese damals bereits als Wissenschaft dastand, urtheilen läßt. In dem Vorhergehenden habe ich schon einzelne Arbeiten aus jener Zeit etwas eingehender besprochen, gerade auch deßhalb, daß man den Werth derselben richtiger bemessen könne, als es eine kurze Angabe der Resultate gestatten würde, und damit Anhaltspunkte für die Beantwortung der Frage gegeben seien, ob diese Arbeiten als wissenschaftliche Leistungen anzuerkennen sind, oder nicht. Aber etwas umfassender glaube ich hier noch darüber berichten zu sollen, wie die Chemie damals aufgefaßt wurde, welche Kenntnisse für sie erworben, welche Ansichten in ihr geltend waren. — Die Grenze, bis zu welcher diese Zusammenstellung sich zu erstrecken hat, ist nicht durch Eine Jahreszahl anzugeben. Um 1775 etwa beginnt mit der ernstlicheren Anzweiflung der Phlogistontheorie die Forschungsweise Lavoisier's in Gegensatz zu den bis dahin herrschenden Anschauungen zu treten; aber ohne Anerkennung bleibt die erstere während einer Reihe von Jahren bei vielen Chemikern, welche imme noch an der vorausgegangenen Richtung festhalten und deren Leistungen, soweit sie von jener Forschungsweise unabhängig waren, bei Betrachtung Dessen nicht unerwähnt bleiben dürfen, was dieser Richtung angehört.

Schon vor der Zeit, zu welcher Lavoisier seinen Einfluß auf die Chemie ausübte, war diese nicht mehr die Kunst, edle

Digitized by Google

Metalle künſtlich hervorzubringen, und ſie war auch nicht mehr nur nach ihren Beziehungen zu der Heilkunde, als Pharmacie oder als Grundlage mediciniſcher Syſteme, aufgefaßt. Die Chemie, welche gegen das Ende der Herrſchaft der Phlogiſtontheorie hin „die moderne“ genannt wurde, hatte namentlich mit der älteren: der Alchemie nur den Namen gemeinſam, und faſt ſchämte ſie ſich deſſen*). Was Boyle gegen das Ende des ſiebenzehnten Jahrhunderts ausgeſprochen hatte: er wolle ſich mit der Chemie nicht als ein Alchemiſt oder als ein Arzt beſchäftigen, ſondern als ein Naturforſcher durch Unterſuchungen, welche dem von der Naturforſchung vorgeſteckten Ziele zuſtreben, — es war in dem achtzehnten Jahrhundert allen namhafteren Chemikern zur Richtſchnur ihrer Thätigkeit geworden. Wie Stahl bereits die Aufgabe der Chemie definirt hatte: dieſe ſei die Kenntniß der Zerlegung der zuſammengeſetzten Körper in ihre Beſtandtheile und der Zuſammenfügung der erſteren aus den letzteren, ſo iſt für alle Chemiker in der uns jetzt beſchäftigenden Zeit die Chemie die Lehre von der Zuſammenſetzung der Körper: wie ſie zuſammengeſetzt ſind und wie ſie zuſammengeſetzt werden. Scharf unterſchieden war damals ſchon, was der reinen (ſ. g. philoſophiſchen) Chemie zukommt, von den Anwendungen der Reſul-

*) Ich muß hier, und in dem Folgenden noch öfters, Stellen aus Schriften jener Zeit anführen, ſoll Das, was ich ſage, ganz deutlich werden. Nachdem Macquer in ſeinem Dictionaire de chimie (2. éd., Paris 1778, T. I, p. 245) erklärt hat, was Chemie ſei: La chimie est une science dont l'objet est de reconnoitre la nature et les propriétés de tous les corps, par leurs analyses et leurs combinaisons, äußert er ſich weiter: Mais on ne sauroit trop répéter que cette définition ne convient qu'à la chimie moderne, et nullement à l'ancienne, qui, totalement étrangère à la vraie physique, n'avoit presque pour objet que la pierre philosophale, c'est-à-dire, un amas monstrueux de procédés occultes et absolument dénués de liaisons et de principes. La chimie qui est l'objet de cet ouvrage, n'a heureusement rien de commun que le nom avec cette ancienne chimie; et cette seule conformité est même encore un mal pour elle, par la raison que ç'en est pour une fille pleine d'esprit et de raison, mais fort peu connue, de porter le nom d'une mère fameuse par ses inepties et ses extravagances.

Digitized by Google

tate derselben für andere Wissenschaften oder Künste. Was die erstere leisten, was sie erforschen soll: es wurde damals in derselben Weise aufgefaßt, wie noch jetzt. Wohl können einzelne Angaben über den Begriff der Chemie aus der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts uns fremdartig klingen*): namentlich dann, wenn die Sprache, in welcher sie gemacht sind, seitdem stärkeren Wandelungen unterlag; aber dem Sinne nach, und selbst den Worten nach wo die gebrauchte Sprache sich weniger verändert hat**), könnten jene Aussprüche noch in unserem Jahrhundert gethan sein. — Und recht sichere Resultate glaubte man damals, um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts, in der Chemie bereits erreicht zu haben: Resultate, welche man den in der Mathematik erhaltenen zu vergleichen keinen Anstand nahm***). Aller-

*) Eines der verbreitetsten Lehrbücher um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts war Juncker's Conspectus chemiae theoretico-practicae; in der deutschen Ausgabe (I. Theil, Halle 1749, S. 1) wird folgende Erklärung gegeben: „Die philosophische Chemie ist eine Kunst, welche lehret die zu unserem Erdboden gehörigen Cörper nach der unterschiedlichen Art, wie ihre Theile zusammenhängen, durch geschickte Werckzeuge so wol in Theile von einerley Art zu zertheilen, als auch in ihre unterschiedene Bestandtheile zu zerlegen, oder dieselbe zusammen zu häufen, zusammen zu setzen und die natürlichen Mischungen und Auflösung nachzuahmen, damit dadurch die verschiedene Materie oder Bestandtheile der Cörper wie auch ihre Eigenschaften und Wirckungen nach den nächsten Ursachen mögen erkannt werden".

**) So die in Macquer's Elémens de chymie théorique (nouv. éd., Paris 1753, p. 1) gegebene Erklärung: Séparer les différentes substances qui entrent dans la composition d'un corps, les examiner chacune en particulier, reconnoître leurs propriétés et leurs analogies, les décomposer encore elles-mêmes, si cela est possible, les comparer et les combiner avec d'autres substances, les réunir et les rejoindre de nouveau ensemble pour faire reparoître le premier mixte avec toutes ses propriétés; ou par des mélanges différemment combinés produire de nouveaux corps composés, dont la nature même ne nous a pas donné le modèle; c'est-là l'objet et le but principal de la chymie. Vgl. auch Macquer's kürzere Erklärung, was Chemie sei, oben S. 92 Anmerk.

***) Wie z. B. Macquer in der Vorrede zu den in der vorhergehenden Anmerkung citirten Elémens: Man könne gewissermaßen jetzt

Digitized by Google

dings wurde die Chemie damals noch von Einigen nur als eine auf empiriſchem Wiſſen beruhende Kunſt betrachtet, und was ſie leiſtete wurde namentlich der Phyſik gegenüber nicht ſo gewürdigt, wie es die Vertreter der Chemie verlangen zu können glaubten.*) Aber von Männern, deren umfaſſendes Wiſſen ihrem Urtheil ein ſehr großes Gewicht gab, wurde doch die Chemie in einer Weiſe anerkannt, welche ſelbſt dem Anſpruchvollſten genügen mußte, und ihr unter den Naturwiſſenſchaften eine wahrhaft ausgezeichnete Stelle angewieſen**).

(1753) die Chemie der Geometrie vergleichen; beide Wiſſenſchaften umfaſſen ein weites, täglich noch beträchtlich zunehmendes Gebiet; beide geben die Begründung nützlicher und ſelbſt der menſchlichen Geſellſchaft nothwendig gewordener Künſte ab; beide haben leurs axiomes et leurs principes certains, les uns démontrés par l'évidence, et les autres appuyés sur l'experience. Par conséquent l'une peut aussi-bien que l'autre être réduite à certaines vérités fondamentales qui sont la source de toutes les autres. Ce sont ces vérités fondamentales, qui réunies ensemble, et présentées avec ordre et précision, forment ce qu'on appelle Elémens d'une science.

*) Charakteriſtiſch iſt, wie Venel in dem Artikel Chymie der, von 1751 an durch Diderot und d'Alembert herausgegebenen Encyclopédie klagt, daß die Chemie ſelten richtig aufgefaßt werde, wenig Unterrichtete in ihr nur eine Experimentirkunſt ſehen, die Phyſiker über Chemie ohne Sachkenntniß urtheilen; die Chemie werde ungerecht beurtheilt, namentlich ſo fern man ſie der Phyſik nachſetze.

**) In der Explication du système des connaissances humaines, welche in der vorerwähnten Encyclopädie hinter dem Discours préliminaire des éditeurs ſteht, wird die Chemie in folgender Weiſe charakteriſirt: La chymie est imitatrice et rivale de la nature; son objet est presque aussi étendu, que celui de la nature même; cette partie de la physique est entre les autres ce que la poësie est entre les autres genres de littérature; ou elle décompose les êtres, ou elle les revivifie, ou elle les transforme. In den ſpäteren Ausgaben der Encyclopädie iſt aus dieſer Charakteriſtik der Chemie die Vergleichung derſelben mit der Poeſie allerdings weggefallen. — Andere urtheilten übrigens, ſelbſt beträchtlich ſpäter, weniger günſtig über die Chemie; ſo Buffon 1774 in ſeiner Introduction à l'histoire des minéraux, in welcher er den Chemikern neben der Annahme hypothetiſcher Subſtanzen u. A. namentlich ihre dunkele Sprachweiſe zum Vorwurfe macht und an die Bemerkung, einige neuere Chemiker ſprechen zuerſt Franzöſiſch, die Hoffnung knüpft: Cette science va donc naître puisqu'on commence à la parler.

Digitized by Google

Betrachten wir, welche Kenntnisse jene Ansprüche, dieses Urtheil rechtfertigten.

Wir beginnen mit den Metallen, aus deren Bearbeitung wohl die ersten Anfänge der Chemie hervorgegangen waren. Was Geber zur Charakteristik der Metalle gesagt hatte: daß sie mischbare, schmelzbare, unter dem Hammer dehnbare Körper seien, wurde um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts noch als gültig angesehen, und als eigentliche Metalle wurden immer noch die sechs schon lange bekannten: Gold und Silber als vollkommene, Kupfer, Eisen, Zinn und Blei als unvollkommene betrachtet. Das Quecksilber galt um jene Zeit, um seiner vermeintlichen dauernden Flüssigkeit willen, den Meisten nur als ein den vorhergehenden nahestehender Körper, wenn es auch öfters, schon von dem Ende des fünfzehnten Jahrhunderts an, als ein Metall bezeichnet oder ausdrücklich als den Metallen zugehörig erklärt worden war; die von Macquer um 1750 ausgesprochene Ansicht, das Quecksilber sei ein wahres aber bei gewöhnlicher Temperatur bereits geschmolzenes Metall, fand indessen ihre Bestätigung durch die von 1760 an bekannt gewordenen Beobachtungen über das Erstarren dieses Körpers bei sehr starker Erkaltung. — Von den eigentlichen oder ganzen Metallen waren seit Basilius Valentinus' und Paracelsus' Zeiten den Metallen ähnliche aber der Dehnbarkeit ermangelnde Körper als Halbmetalle unterschieden worden: eine Classe von Körpern, in welche man außer wirklich metallischen Substanzen früher manchmal auch einzelne metallhaltige gestellt hat; metallisches Antimon und Arsen, Wismuth und Zink waren schon länger anerkannte Glieder dieser Classe. Aber was bereits Paracelsus und Libavius vorausgesagt hatten: daß die Zahl der ganzen und der halben Metalle nicht eine begrenzte sei sondern durch spätere Untersuchungen Vergrößerung finden werde, ging jetzt schon in Erfüllung. Von 1750 an war durch Watson's, Scheffer's, Lewis', Marggraf's u. A. Arbeiten das Platin als ein eigenthümliches Metall bekannt, als den Halbmetallen sich anreihend durch die Untersuchungen Brandt's

Digitized by Google

von 1735 an das Kobalt-, durch die Cronstedt's von 1751 an das Nickelmetall; nach Scheele's Versuchen über den Braunstein sprach Bergman sofort, 1774, die Vermuthung aus, daß diese Substanz der Kalk eines eigenthümlichen Metalles sei, und die Reduction des letzteren gelang in demselben Jahre Gahn. Und weiter ging noch, ganz in Verfolgung der schon vor Lavoisier eingeschlagenen Richtung der Chemie und unabhängig von dem Einfluß des Letzteren, die Erkenntniß solcher Substanzen, welche eigenthümliche Metalle geben, und die Darstellung der letzteren, so die des Molybdäns und des Wolframs bald nach 1780, anderer noch später aufgefundener nicht zu gedenken.

Eine große Anzahl von Körpern kannte man als in nächster Beziehung zu diesen Metallen stehend: als vermeintliche Bestandtheile oder als Verbindungen derselben. Man kannte die s. g. Metallkalke, und daß die Metalle in sie übergeführt werden durch Einwirkung von Feuer auf die ersteren oder durch Erhitzen der Metalle mit Salpeter oder bei Behandlung derselben mit Säuren. Zahlreiche Verbindungen der Metalle mit Schwefel waren bekannt: natürlich vorkommende und künstlich dargestellte; und auch einzelne Verbindungen der Metalle mit Phosphor waren bereits dargestellt. Sehr viele Salze der Metalle, aus der Einwirkung der Säuren auf die letzteren oder die Kalke derselben resultirend, waren bekannt, und auch solche hierhergehörige Verbindungen, welche in Folge wechselseitiger Zersetzungen oder selbst bei etwas complicirteren Vorgängen gebildet werden (flüchtige Metallverbindungen z. B., welche bei dem Erhitzen von Metallkalken mit Kochsalz und Vitriolsäure entstehen).

Diesen Salzen stellten sich noch die an die Seite, welche die damals bekannten Alkalien und Erden mit den verschiedenen Säuren bilden können. — Schon länger war das flüchtige Alkali von dem fixen unterschieden; aber dem früher allein oder doch vorzugsweise beachteten feuerbeständigen Alkali, dem s. g. vegetabilischen, war in dem achtzehnten Jahrhundert — mit Bestimmtheit von dem Bekanntwerden der Versuche Duhamel's

Digitized by Google

1735 an — das aus dem Kochsalz zu erhaltende s. g. mineralische als zweites zugetreten. — Mehrere Erden waren bereits als eigenthümliche erkannt, und über die Aehnlichkeit des chemischen Verhaltens, welches einigen unter ihnen einerseits und den eigentlichen Alkalien andererseits zukommt, herrschte kein Zweifel mehr. Alkalische Erden waren Kalk und Magnesia schon für Fr. Hoffmann, welcher zuerst, von 1722 an, die letztere von dem ersteren unterschied; derselbe Forscher sprach damals aus, daß die in dem Alaun mit Vitriolsäure verbundene Erde eine eigenthümliche sei. Die Existenz verschiedener, mit Säuren verbindbarer Erden wurde bald bestätigt, und die Erkenntniß des Vorkommens derselben in mannichfaltigen Substanzen hinderte nicht an der Gewinnung der Einsicht, daß die Entdeckung noch anderer solcher Erden in Aussicht stehe. Als Marggraf 1754 und 1759 neben der Bestätigung der Eigenthümlichkeit der Alaunerde und der Magnesia das Vorkommen derselben in verschiedenen Mineralien erwiesen, als er 1759 auch die Eigenthümlichkeit des aus dem Kochsalz zu erhaltenden Alkali's bestätigt hatte, glaubte er geradezu aussprechen zu können: mehrere unter sich verschiedene s. g. alkalische oder absorbirende Erden werden wohl noch bekannt werden und auch mehrere fire Alkalien mögen existiren. In reichem Maße ist diese Voraussagung später in Erfüllung gegangen; in die Zeit, deren Betrachtung uns hier beschäftigt, fällt mindestens noch die Entdeckung der Baryterde (durch Scheele 1774). — Die Eintheilung der Erden in vier Arten: kalkige, gypsige, thonige und verglasbare, welche Pott mit Vorbehalt, daß diese ihm als einfachste erscheinenden Erdarten wohl auch zerlegt werden könnten, um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts aufrecht zu erhalten suchte, erwies sich bald einerseits als unrichtig, sofern der Gyps auf Grund der Versuche Marggraf's (schon 1750) und Anderer als aus Kalkerde, Vitriolsäure und Wasser, und etwas später auch der Thon als im Wesentlichen aus Alaunerde und Kieselerde zusammengesetzt betrachtet wurde, andererseits als unzureichend in Folge der Anerkennung noch anderer Erden als eigenthümlicher. Aller-

Bayerische Staatsbibliothek München

Digitized by Google

dings wurde damals noch die verglasbare Erde oder Kieſelerde mit den anderen Erden in Eine Claſſe zuſammengeſtellt, wenn gleich unter Hervorhebung, wie verſchieden ſich die erſtere Erde zu Säuren verhalte; ganz unbeachtet blieb, wie übrigens auch noch lange nachher, die ſchon von Tachenius 1666 ausgeſprochene Anſicht, daß die Kieſelerde ſelbſt ſaurer Natur ſei.

Die Zahl der damals bekannten verſchiedenen Säuren war bereits eine ſehr beträchtliche. Aus früheren Jahrhunderten war den Chemikern die Kenntniß der Salpeterſäure, der Salzſäure, des Königswaſſers (welches, wie auch ſpäter noch, als eine beſondere Säure betrachtet wurde) und der Schwefelſäure zugekommen. Das achtzehnte Jahrhundert fügte der Kenntniß dieſer Säuren bald noch die mehrerer anderer hinzu: die Phosphorſäure wurde, namentlich durch Marggraf 1743, als eine eigenthümliche nachgewieſen; das von Homberg 1702 aus dem Borax erhaltene ſ. g. Sedativſalz wurde richtiger als eine Säure erkannt und von Bergman 1775 als Borarſäure bezeichnet. In das Ende der Herrſchaft der Phlogiſtontheorie fällt noch die Entdeckung der Flußſäure (vergl. S. 80). Von der Vitriolſäure hatte ſchon Stahl (1702) die phlogiſtiſirte Vitriolſäure (ſchweflige Säure) als eine beſondere Säure unterſchieden; Scheele unterſchied 1774, wie ſpäter auch Andere, von der Salpeterſäure die phlogiſtiſirte Salpeterſäure (ſalpetrige Säure). Für die ſ. g. fixe Luft oder Luftſäure (Kohlenſäure) war durch Black's (1757), Cavendiſh's (1766) und Bergman's (1774) Unterſuchungen feſtgeſtellt worden, daß ſie den Säuren zuzurechnen iſt. Den weißen Arſenik, deſſen ſaure Natur noch nicht deutlich erkannt war, lehrten Verſuche Macquer's von 1746 an, beſtimmter noch Verſuche Scheele's 1775, zu einer unzweifelhaften Säure, der Arſenikſäure, umwandeln; als Glieder der Claſſe von Säuren, die dann als Metallſäuren unterſchieden wurden, entdeckte Scheele 1778 die Molybdänſäure, 1781 die in dem Tungſtein enthaltene (Wolfram-) Säure. — Der am Längſten bekannten Säure, der Eſſigſäure, war bereits eine beträchtliche Anzahl anderer ſ. g. vegetabiliſcher Säuren zugetreten:

Digitized by Google

so, wie bereits bei der Berichterstattung über Scheele's Leistungen (S. 80) anzugeben war, die Weinsäure, die Oxalsäure, die Citronensäure, die Aepfelsäure, die Gallussäure; die schon früher dargestellten s. g. Benzoeblumen waren zu Bergman's Zeit als eine eigenthümliche Benzoesäure erkannt und das s. g. Bernsteinsalz (die Bernsteinsäure) war schon seit Lemery (1675) als eine den Pflanzensäuren nahe kommende Säure betrachtet, von Bergman geradezu denselben zugerechnet worden. Der Entdeckung der Milchsäure, der Schleimsäure, der Harnsäure ist auch bereits bei der Besprechung Scheele's erwähnt worden. Für die Erkenntniß mehrerer anderer Säuren waren Vorarbeiten gemacht, ohne daß diese bis dahin zu der bestimmten und richtigen Unterscheidung der betreffenden Säuren geführt hätten. Wir verweilen hierbei nicht; auch nicht dabei, daß damals bereits manchmal eine Art Säure als eigenthümlich angesehen und mit einem besonderen Namen bezeichnet wurde, für welche spätere Arbeiten die Identität mit einer anderen nachwiesen.

Die vorstehenden Seiten lassen ersehen, daß eine große Zahl eigenthümlicher chemischer Substanzen bis zu dem Sturze der Phlogistontheorie von den Anhängern der letzteren oder bereits von ihren Vorgängern erkannt war. Aber diese Zahl würde eine beträchtlich vergrößerte werden, wollte ich in vollständigerer Weise die damals schon als eigenthümliche unterschiedenen Substanzen aufzählen. Viele und selbst wichtigste Körper waren außer den hier genannten schon vor jener Zeit entdeckt worden; mehrere selbst aus der Reihe derjenigen Substanzen, welche die Resultate späterer Forschungen als unzerlegbare betrachten ließen und die uns noch als solche gelten. Der Phosphor war, vorzugsweise durch Kunckel's Bemühungen um die Darstellung desselben, seit 1674 bekannt, und hundert Jahre später hatte Scheele die Veränderung der Salzsäure bei Einwirkung derselben auf Braunstein und den Körper, welchen wir jetzt als Chlor bezeichnen, kennen gelehrt. Was jetzt als Wasserstoff benannt wird, war durch die Untersuchungen von Cavendish schon 1766 (vergl. S. 68 f.) als eine eigenthümliche Luftart unterschie-

Digitized by Google

den; was wir jetzt als Stickstoff und als Sauerstoff benennen, ließen die Untersuchungen von Rutherford, Priestley und Scheele 1772 und in den nächstfolgenden Jahren als besondere Luftarten erkennen (vgl. weiter unten bei der Besprechung der die atmosphärische Luft betreffenden Resultate). An eine Vervollständigung der Angaben, welche bezüglich der Bekanntschaft mit zusammengesetzten Substanzen in dem Vorhergehenden gemacht sind, darf ich hier nicht denken, nur an Einiges noch erinnern, was Verbindungen angeht, die später als der organischen Chemie zugehörig classificirt wurden (für die Eintheilung der Verbindungen in mineralische oder unorganische und in organische finden sich, von früheren Vorbereitungen für diese Unterscheidung abgesehen, die Grundlagen bereits bei Macquer und bei Bergman). Der Weingeist war schon lange (aber noch nicht der ganz wasserfreie) bekannt, und auch die bei der Einwirkung verschiedener Säuren auf denselben entstehenden Producte, in welche Etwas aus der angewendeten Säure eingeht; auch der gewöhnliche Aether, in welchem übrigens, wegen vermeintlicher Analogie mit den anderen Aetherarten, ein Gehalt an etwas aus der zu seiner Bereitung angewendeten Vitriolsäure Skammendem angenommen wurde, wenn gleich Einzelne, namentlich Macquer, sich dagegen erklärten und Dieser es geradezu aussprach, der Aether sei Weingeist, welcher durch Entziehung von Wasser in seiner Mischung abgeändert sei. Flüchtige Oele waren mehrere bekannt. Als den eigenthümlichen Bestandtheil des Berlinerblau's und der von dem letzteren sich ableitenden Verbindungen isolirte Scheele 1782 die Blausäure. — Doch jedes Weitergehen in dem Versuche, eine vollständigere Aufzählung der eigenthümlichen Substanzen zu geben, welche bereits in der jetzt von uns zu betrachtenden Zeit entdeckt waren, würde über die hier einzuhaltenden Grenzen hinausführen und ist für Das, was diese Zusammenstellung bezweckt, nicht einmal nöthig. Ist aber auch eine erschöpfendere Berichterstattung hierüber wie über die damals ausgeführten wichtigeren Arbeiten überhaupt nicht zulässig: Einiges ist doch noch einer eingehenderen Erörterung zu unterziehen,

Digitized by Google

und Dies betrifft zunächst die Ansichten, welche man zu jener Zeit bezüglich der Zusammensetzung der verschiedenen Körper hatte.

Ziemlich vorgeschritten waren bereits die Kenntnisse, welche man über die Beziehungen einfacherer Substanzen zu zusammengesetzteren erworben hatte. — Anerkannt war, daß gewisse Substanzen, unter Fortdauer derselben, in anderen zusammengesetzteren Substanzen als Bestandtheile derselben enthalten sind, und zwar nicht etwa nur hypothetische Grundstoffe sondern wirklich darstellbare Substanzen. Für eine größere Zahl solcher Körper, die wir als Schwefelmetalle bezeichnen, war z. B. schon damals außer Zweifel, daß sie gewöhnlichen Schwefel und welches Metall sie in sich enthalten; der Zinnober ist wohl der Körper, für welchen man am Frühesten richtige Erkenntniß findet (bis zu Geber läßt sie sich zurückverfolgen), daß er eine chemische Verbindung für sich darstellbarer Substanzen, und welcher, ist, und dieser Erkenntniß hatte sich später richtige Einsicht in die Zusammensetzung mehrerer anderer Schwefelmetalle angereiht. — Allerdings hielt man noch an dem von früher überkommenen Sprachgebrauche fest, jede auf den Geschmackssinn wirkende und in Wasser lösliche Substanz als Salz zu benennen. Aber als einfachere Salze hatte man bereits s. g. saure Salze einerseits, s. g. alkalische andererseits unterschieden, auch die ersteren geradezu schon als Säuren, die letzteren als Alkalien bezeichnet; als zusammengesetzte, neutrale oder Mittelsalze benannte man, namentlich nach G. F. Rouelle's Vorgang (1744), alle die aus der Vereinigung von Säuren mit Alkalien aber auch mit Erden und mit Metallkalken resultirenden, selbst schon unter Hinzurechnung solcher schwer- oder unlöslicher Körper zu dieser Classe von Salzen, welche aus einer Säure und etwas die Eigenschaften derselben Abstumpfendem (was damals bereits als die Basis des Salzes bezeichnet wurde) bestehen. — Für das aus Pflanzen und pflanzlichen Produkten durch Verbrennen darzustellende Alkali war die lange herrschende irrige Lehre, daß es

Digitized by Google

erſt bei dieſem Vorgange aus anderen Subſtanzen ſich zuſammenſetze, durch Marggraf 1764 berichtigt worden; die (ſpäter von Lavoiſier wieder bezweifelte) Präexiſtenz des Alkali's in den Pflanzen, im Weinſtein u. a. war von den meiſten Chemikern anerkannt. — Black's Arbeiten (vgl. S. 57 ff.) hatten kennen gelehrt, was für die Alkalien und die Erden den ſ. g. milden Zuſtand von dem ätzenden unterſcheidet: daß die ätzenden Alkalien und Erden die einfacheren Subſtanzen ſind, die ſ. g. milden aber Verbindungen der erſteren mit fixer Luft. — Hatten ſchon frühere Chemiker, z. B. Lemery (1700), die Vermuthung ausgeſprochen, in der bei der Löſung eines Metalles in Säuren ſich entwickelnden brennbaren Luft ſei der brennbare Beſtandtheil aus dem Metall enthalten, ſo führten Cavendiſh's Unterſuchungen (1766; vgl. S. 68 f.) noch beſtimmter zu der Anſicht, daß die Metalle überhaupt ſich nur unter Ausgabe ihres Phlogiſtons, d. h. verkalkt, mit Säuren vereinigen. Die früher, noch um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts herrſchende Lehre, daß die Metallſalze Säuren als den einen, ein Metall als den anderen Beſtandtheil in ſich enthalten, war berichtigt, wenn ſie auch an Stahl einen Vertheidiger gefunden hatte, ſofern deſſen Meinung war, daß für die Vereinigung einer metalliſchen Subſtanz mit einer Säure ein Phlogiſtongehalt der erſteren unerläßliche Bedingung ſei; Bergman konnte die wichtige Erkenntniß, daß ein Metall nicht als ſolches ſondern nur verkalkt in Verbindung mit Säuren eingeht, daß es bei der Löſung in Säuren verkalkt wird, als eine ſicher erwieſene betrachten.

Welche für ſich darſtellbare Subſtanzen Beſtandtheile eines Körpers ſeien, wurde bereits in ganz ähnlicher Weiſe unterſucht, wie ſie auch nachher ſtets in Anwendung geblieben iſt. Die auffallenderen äußeren Eigenſchaften eines etwa aus einer Verbindung abgeſchiedenen Beſtandtheiles gaben nicht allein die Anhaltspunkte für die Beurtheilung deſſelben ab, ſondern auf die Natur der Beſtandtheile eines Körpers ſchloß man bereits allgemein aus dem chemiſchen Verhalten; man prüfte die Löslich-

Digitized by Google

keit in gewissen Flüssigkeiten, man untersuchte, ob eine Lösung bei der Mischung mit gewissen Reagentien, oder bei der Einwirkung bestimmter fester oder luftförmiger Substanzen besondere Färbungen giebt oder charakteristische Niederschläge sich bilden läßt, und man schloß aus dem Auftreten oder Ausbleiben solcher Erscheinungen darauf, welche Metalle, welche Säuren, welche Basen u. s. w. in dem zu untersuchenden Körper enthalten seien oder nicht. Nach Boyle's, Fr. Hoffmann's Marggraf's u. A. Vorarbeiten hatte Bergman die qualitative Analyse in einer Weise ausgebildet, welche die Behandlung derselben in der damaligen Zeit in der That als der in späterer eingehaltenen ganz vergleichbar erscheinen läßt, wie viel selbstverständlich diese spätere Zeit auch den Hülfsmitteln zur Analyse und den Kenntnissen bezüglich der letzteren hinzugefügt hat. Mit passenden Lösungsmitteln, mit dem Aufschließen solcher Mineralien, welche der Einwirkung der Säuren widerstehen, mit zweckmäßigen Reagentien, mit dem Verhalten und den charakteristischen Reactionen einer großen Anzahl wichtigster Substanzen war man damals in einer nicht zu unterschätzenden Weise bekannt, und dadurch befähigt, solche Substanzen als eigenthümliche nachzuweisen, welche früher von ähnlichen nicht unterschieden oder überhaupt weniger beachtet worden waren; ich brauche hier nicht noch einmal daran zu erinnern, was schon aus dem Vorhergehenden erhellt: wie reich an Entdeckungen eigenthümlicher Substanzen die Zeit war, welche dem Sturze der Phlogistontheorie vorausging. Und Dem, was man von der qualitativen Analyse auf nassem Wege damals wußte und in Anwendung brachte, war auch bereits, wiederum ganz besonders durch Bergman (1773 bis 1779), eine weit vorgeschrittene Kenntniß von der Anwendung des Löthrohrs, namentlich für die Bestimmung von Mineralien und der Bestandtheile derselben, hinzugefügt. Die qualitative Analyse gehört zu Dem in der Chemie, was die durch Lavoisier eingeleitete neue Zeit von der vorausgegangenen, seinem ganzen Inhalte nach, doch mit Ausnahme der Deutung der Elementarzusammensetzung der zu erkennenden

Digitized by Google

und zu unterſcheidenden Subſtanzen, ohne erhebliche Umgeſtaltung und Bereicherung übernommen hat.

Aber auch was die weiter zurückgebliebene quantitative Analyſe angeht, hat dieſe neue Zeit von der ihr vorausgegangenen an Methoden und Reſultaten mehr überliefert erhalten, als man nach der früher vorherrſchenden Richtung, vorzugsweiſe das Qualitative der Erſcheinungen zu beachten und als das zu Erklärende anzuſehen, erwarten möchte. Wie wichtig auch viele, jetzt zum erſten Male ausgeführte quantitative Beſtimmungen waren: der größere Theil Deſſen, was die ſ. g. antiphlogiſtiſche Chemie zunächſt über die quantitative Zuſammenſetzung der verſchiedenen Körper anzugeben wußte, beruhte noch ganz auf den durch die letzten Anhänger der Phlogiſtontheorie gemachten Ermittelungen oder war aus der Sprachweiſe der von dieſen Chemikern noch beibehaltenen Vorſtellungen in die der durch Lavoiſier zur Anerkennung gebrachten Anſichten überſetzt. Ich darf hier nicht verſuchen, in Einzelnheiten eingehend Dieſes nachzuweiſen; aber eben ſo wenig darf ich verſäumen, daran zu erinnern, daß eines der wichtigſten Principien der quantitativen Analyſe in jener früheren Zeit bereits erkannt war und von ihr an die ſpätere mitgetheilt worden iſt: daß nämlich (was wiederum Bergman geltend gemacht und angewendet hat) eine Subſtanz behufs der Beſtimmung ihres Gewichtes nicht im reinen Zuſtand iſolirt zu werden braucht, ſondern zweckmäßig in Form einer geeigneten Verbindung von bekannter Zuſammenſetzung abgeſchieden und gewogen werden kann.

Auch für die Gasanalyſe waren bereits, unabhängig von Lavoiſier, die Grundlagen gewonnen: in der Unterſcheidung verſchiedener Gaſe nach ihren Eigenſchaften und ihrem Verhalten zu anderen Körpern, in der Beſtimmung des Volumverhältniſſes mehrerer Gaſe in Miſchungen derſelben durch die Anwendung von Abſorptionsmitteln für einzelne Beſtandtheile ſolcher Miſchungen und durch die Benutzung anderer Hülfsmittel, wie ſie (z. B. das Salpetergas) namentlich für die Eudiometrie (die Ermittelung des Sauerſtoffgehaltes in Luft) verſucht waren.

Digitized by Google

Was die Verwandtschaftslehre betrifft, hatte auch die jetzt unserer Betrachtung unterliegende Zeit alles Das an Kenntniß erworben, über was die mit Lavoisier beginnende neue Aera zunächst disponirte. Wohl hatten sich noch bei Einigen Erinnerungen an frühere Irrlehren erhalten, namentlich an die, daß die Verbindbarkeit zweier Körper auf einen gemeinsamen Gehalt derselben an dem nämlichen Bestandtheile hinweise, oder mit anderen Worten, daß die Verbindbarkeit der Körper auf einer Affinität oder Verwandtschaft derselben im eigentlichen Sinne des Wortes beruhe. Aber der Begriff der chemischen Anziehung stand für die Meisten richtiger erfaßt bereits da. Ich verfolge nicht in der Betrachtung der Aussprüche einzelner Chemiker, wie die Vorstellungen darüber sich allmälig ausgebildet haben, auf was die Bildung gleichartiger Körper aus ungleichartigen Substanzen, das Verdrängen eines Bestandtheils einer Verbindung durch eine mit dem anderen Bestandtheile sich vereinigende Substanz beruhe: wie Einige schon im siebenzehnten Jahrhundert sich dahin geäußert haben, daß zwischen den der Vereinigung fähigen Substanzen eine Art von Zuneigung, und zwar in ungleich hohem Grade zwischen verschiedenen Substanzen, vorhanden und die Ursache dieser Fähigkeit sei; wie Andere eine solche Ansicht, als leblosen Substanzen eine Befähigung zu bewußter und auswählender Einwirkung auf andere beilegend, verworfen und die Bildung der Verbindungen und die Zersetzung derselben durch s. g. Wahlverwandtschaft als wesentlich darauf beruhend betrachtet haben, daß zwischen den kleinsten Theilchen verschiedener Substanzen, auf Grund der Form dieser kleinsten Theilchen, eine enge, und zwischen je anderen Substanzen in ungleichem Grad enge, Aneinanderlagerung statthaben und entsprechende Anhaftung eintreten könne; wie wiederum Andere, von jeder Angabe der Ursache der Bildung und Zersetzung von Verbindungen absehend sich darauf beschränkten, dem thatsächlich Festgestellten Ausdruck zu geben. Was in letzterer Beziehung allmälig erkannt wurde: die Ersetzung je einer unter verschiedenen Substanzen in der Verbindung mit einem gewissen Stoffe durch eine andere;

Digitized by Google

was die Anordnung ſolcher Subſtanzen in Beziehung auf ihre Vereinigung mit einem gewiſſen Stoff in Reihen vorbereitete, wie ſolche namentlich durch St. F. Geoffroy 1718 in Deſſen Tables des rapports für verſchiedene Stoffe aufgeſtellt wurden, — auch darüber kann ich hier nicht unter ſpecieller Hervorhebung der einzelnen Stufen vorſchreitender Erkenntniß berichten. Was an Einſicht über die Verwandtſchaftskraft, über Verwandtſchaftsvorgänge bis zu dem Sturze der Phlogiſtontheorie erlangt war und den letzten Anhängern dieſer Theorie, namentlich Bergman, als ein gut abgeſchloſſener Theil des chemiſchen Wiſſens klar vorlag, mag in dem Folgenden kurz zuſammengefaßt werden.

Als chemiſche Verwandtſchaft oder Attraction wurde damals bereits die zwiſchen zwei Körpern gegenſeitig wirkende Kraft bezeichnet, welche die Bildung eines dritten: einer die beiden erſteren in ſich enthaltenden Verbindung veranlaßt. In welchen Beziehungen dieſe Kraft zu der allgemein zwiſchen Körpern ſich äußernden Anziehungskraft ſtehe: ob ſie nur eine beſondere Wirkungsweiſe der letzteren ſei oder nicht, in wiefern erſteren Falles die verſchiedene Form u. A. der kleinſten Theilchen der Körper einen Einfluß auf die Wirkungsweiſe dieſer Kraft ausüben könne, war bereits in Betracht gezogen, aber ohne zu beſtimmteren Reſultaten und verbreiteter angenommenen Anſichten geführt zu haben. Wohl aber findet man ſchon damals bei allen Chemikern, welche überhaupt auf derartige Fragen eingingen, die Anſicht, daß die Körper aus kleinſten Theilchen beſtehen, welche bei verſchiedenen Körpern ungleichartig ſeien, und daß chemiſche Verbindung auf der Aneinanderfügung ungleichartiger Theilchen durch die chemiſche Anziehung oder Verwandtſchaft beruhe; die Ungleichartigkeit der kleinſten Theilchen verſchiedener Körper betrachtete man als begründet in der Anhäufung derſelben Urmaterie zu Theilchen von ungleicher Schwere (welche Hypotheſe ſchon lange vor dem Sturze der Phlogiſtontheorie bedeutende Vertreter gefunden hatte), oder in dem Beſtehen dieſer Theilchen aus verſchiedenen Arten einfachſter Materie, oder na-

Digitized by Google

mentlich in der ungleichen Zusammensetzung dieser Theilchen aus verschiedenen (häufig hypothetischen) Arten einfachster Materie oder verschiedenen selbst schon zusammengesetzten Substanzen, oder endlich auch in dem Zusammengesetztsein dieser Theilchen aus denselben einfacheren Substanzen aber nach ungleichem Verhältniß.

Nach der schon in jener Zeit geltenden Ansicht wirkt die chemische Anziehungs- oder Verwandtschaftskraft zwischen verschiedenen Paaren von Körpern mit ungleicher Stärke, und beruht hierauf, daß eine Verbindung in der Art zersetzt werden kann, daß ein Bestandtheil derselben den anderen losläßt, um mit einer dritten, der zersetzenden Substanz eine neue Verbindung einzugehen. — Auf die ungleiche Stärke der Verwandtschaft wurde daraus geschlossen, in welcher Ordnung von Substanzen ähnlicher Art, z. B. verschiedenen Basen, eine die andere, diese wieder die dritte u. s. f. aus der Verbindung mit derselben andersartigen Substanz, einer Säure z. B., abscheidet. Für jede der damals bekannten Säuren war in dieser Art ermittelt, in welcher Reihenfolge die Verwandtschaftsgrößen verschiedener Substanzen abnehmen; für jede der damals bekannten Basen gleichfalls, aber auch noch für eine ganze Anzahl anderer Körper: die verschiedenen Metalle, Schwefel u. a. — Wahrgenommen hatte man, daß die Reihenfolge dieser Verwandtschaftsgrößen, bemessen nach Zersetzungserscheinungen, für die nämlichen Körper nicht unter allen Umständen dieselbe ist und namentlich je nach der Einwirkungstemperatur sich ändern kann; zweifache Verwandtschaftstabellen wurden deshalb, wie Dies Baumé 1773 vorgeschlagen hatte, durch Bergman von 1775 an für die verschiedenen Körper aufgestellt: angebend, wie die Größen der Verwandtschaften anderer Substanzen zu jedem der ersteren bei Reactionen auf nassem Wege und wie bei Reactionen auf trocknem Wege sich folgen. — Ohne erheblichen Einfluß auf die Lehre von der Verwandtschaft auszuüben, war auch bereits in Betracht gezogen, ob für gewisse Classen von Körpern: die Basen gegenüber den Säuren und umgekehrt, sich auf die Ver-

Digitized by Google

wandtſchaftsgrößen aus den Gewichtsmengen ſchließen laſſe, nach welchen die Vereinigung von Gliedern der einen mit Gliedern der anderen Claſſe zu neutralen Salzen ſtatt hat.

Die als Zerſetzungen auf Grund einfacher Wahlverwandtſchaft bezeichneten Vorgänge waren damals bereits gerade ſo aufgefaßt, wie Dies ſpäter auch gewöhnlich geſchehen iſt. Aber auch mit den auf doppelter Wahlverwandtſchaft beruhenden Zerſetzungen war man gut bekannt und betrachtete dieſe Vorgänge gleichfalls in derſelben Weiſe, wie die ſpäteren Chemiker es meiſt gethan. Ganz ſo, wie Dies noch in neuerer Zeit geſchehen — nur unter Anwendung der früher gebräuchlichen und jetzt allerdings nicht mehr geläufigen chemiſchen Zeichen — hat ſchon Bergman für beiderlei Arten von Zerſetzungen die Vorgänge ſchematiſch dargeſtellt: welche Körper zur Einwirkung kommen und welche bei derſelben reſultiren. Und als auf reciproker Verwandtſchaft beruhend findet man bereits damals (ſo bei Macquer 1778) ſolche Verwandtſchaftserſcheinungen unterſchieden, welche wir jetzt noch unter derſelben Bezeichnung verſtehen.

So weit war die Verwandtſchaftslehre bereits vor dem Sturze der Phlogiſtontheorie durch Lavoiſier ausgebildet.

Wie beträchtlich der Reichthum an Kenntniſſen war, welchen die Chemiker in jener Zeit bereits erworben hatten, geht aus dem Vorſtehenden hervor. Empiriſche Kenntniſſe waren es allerdings meiſtens, über welche hier berichtet wurde; aber es fehlte doch auch die Erhebung zu allgemeineren Geſichtspunkten und zwar ſelbſt zu ſolchen nicht, die zu umfaſſenderen und wichtigen Anſichten kommen ließen. Auch an irrige Meinungen, welche bezüglich hier ſchon betrachteter Gegenſtände damals noch galten, war manchmal zu erinnern; in ungleich höherem Grade jedoch wird Dies in dem Folgenden der Fall ſein, wo ich darzulegen habe, welche Anſichten man damals über die von der Chemie als entfernteſte anzuerkennenden Beſtandtheile der Körper für begründet hielt. Zugleich mit dieſem Gegenſtand habe ich einiges

Digitized by Google

Andere, sich paßlich an ihn Anschließende, hier zu besprechen, und da noch mehrfach ersehen zu lassen, wie man auch schon damals Richtiges wußte und dachte; aber bezüglich der Elementarzusammensetzung der Körper und überhaupt der entfernteren Bestandtheile derselben waren noch irrige Vorstellungen die herrschenden. Und sehr erschwert wird jetzt die Berichterstattung; kaum möglich ist es oft, den Sinn verbreiteter Lehren kurz und genau anzugeben, denn was in ihnen damals als Tiefe galt, erscheint uns jetzt als Unklarheit, verhindernd daß man bis auf den Grund sehe.

Mehr als zweitausend Jahre waren vergangen, seit Aristoteles seine Lehre von der Ursache der Verschiedenheit der Körper und von den vier Elementen aufgestellt hatte. In wechselndem Grade des Verständnisses und der Anerkennung war diese Lehre geblieben; in die Chemie hatte sie, verwebt mit der Aufstellung chemischer Grundbestandtheile der Körper, mindestens von dem achten Jahrhundert an Eingang gefunden, aber gegen die ausschließlichere Berücksichtigung jener Grundbestandtheile war sie mehr und mehr zurückgetreten; bekämpft war sie hier schon in dem siebenzehnten Jahrhundert von van Helmont, von Boyle und von Anderen, so daß wir kaum erwarten dürften, sie in dem achtzehnten Jahrhundert noch als erheblich uns in Betracht kommend vorzufinden. In der That: von den strengen Anhängern des Stahl'schen Systemes um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts wird die Aristotelische Lehre als eine den Chemikern nicht genügende hingestellt, sondern als etwas zuerst von Becher richtig Eingesehenes, daß als wahre Elemente Wasser und Erde existiren und zwar von der letzteren die drei S. 42 f. besprochenen Arten*). Aber sofort erhielt dann,

*) So z. B. in Juncker's Conspectus chemiae, I. Theil, S. 82 der deutschen Bearbeitung (1749): „Höchst bemerckenswürdig ist die Bestimmung und der Unterscheid der Principiorum, den Becher zuerst aus der Uebung in chemischen Arbeiten und durch gesundes Nachdencken eingesehen, und so ferne, als solche die allgemeinen materiellen Elemente aller

und zwar nicht im Widerſpruche zu dem von Becher und Stahl Erkannten ſondern zur Vervollſtändigung deſſelben, die Wiedereinführung der Ariſtoteliſchen Lehre die Zuſtimmung Vieler. Fragt man in der Zeit, welche dem Aufkommen des Lavoiſier'ſchen Syſtemes vorausging, die bedeutendſten Repräſentanten des damaligen chemiſchen Wiſſens nach den Elementen der Körper, ſo erhält man die Antwort, daß Erde, Waſſer, Luft und Feuer noch immer als Elemente anzuerkennen ſeien*),

Dinge ſind, ans Licht gebracht hat: 1) das Waſſer oder das feuchte flüſſige Grundweſen — —; 2) die Erde oder ein trocknes dichtes Grundweſen; dieſes unterſcheidet ſich wieder in drey beſondere Arten, denn da iſt: a) die erſte Grunderde, die ſich vornemlich als glasartig äußert — —, b) die zweyte iſt die feuerfähige Erde — —, c) die dritte die mercurialiſche, metallmachende — —". Daſelbſt S. 116 f. findet man angegeben, weßhalb die Ariſtoteliſche Lehre nicht genüge; vorgeworfen wird ihr namentlich, daß ſie die Natur des Feuers nicht recht erkläre und daß ſie unter die Zahl der Elemente auch die Luft aufgenommen habe, von welcher gar nicht feſtſtehe, ob ſie überhaupt als Beſtandtheil in eigentliche chemiſche Verbindungen eingehen könne.

*) Dieſer Anſicht war namentlich Macquer, und charakteriſtiſch für die damalige Zeit ſind ſeine Darlegungen hierüber ſammt ſeiner Verwunderung, daß dieſes Reſultat der erſt ſo ſpät entwickelten wiſſenſchaftlichen Chemie mit der ſo viel früher aufgeſtellten Lehre des Stagiriten ganz übereinſtimme. In ſeinen Elémens de chymie théorique (1753; p. 2) beſpricht Macquer, daß man die Zerlegung der Körper nur bis zu einer gewiſſen Grenze treiben könne, über welche hinaus alle Bemühungen fruchtlos ſeien. Welche Hülfsmittel der Zerlegung man auch anwende: ſtets komme man zu gewiſſen Subſtanzen, welche nicht weiter in der Art veränderlich ſeien, daß ſie zerlegt werden könnten; ſie geben für die Zerlegungskunſt die Schranken ab, über welche dieſe nicht hinaus kommen kann. Dieſe Subſtanzen müſſe man als Principien oder Elemente bezeichnen; mindeſtens erſcheinen ſie uns als ſolche. Solche ſeien hauptſächlich die Erde und das Waſſer, die Luft und das Feuer. Mögen auch dieſe Subſtanzen nicht wirklich die Primordialtheile der Materie und die einfachſten Elemente ſein: uns, meint Macquer, ſind ſie unzerlegbare, und er glaubt, daß es vernünftiger ſei, Dies anzuerkennen und dieſe Subſtanzen als wirklich einfache und homogene Körper, als Grundbeſtandtheile (principes) der anderen Körper zu betrachten, als in uncontrolirbare Speculationen darüber einzugehen, aus welchen noch einfacheren Stoffen die genannten Subſtanzen beſtehen mögen. Dieſe Grundbeſtandtheile ſeien in den verſchiedenen Körpern in ungleicher Menge enthalten, einzelne der

Digitized by Google

oder doch mindeſtens, daß die Meiſten an dieſe Elemente glauben*). Dabei war im Princip ganz richtig erkannt, was

erſteren in einigen Körpern gar nicht; ſo ſeien Luft und Waſſer aus der Zuſammenſetzung der Metalle gänzlich ausgeſchloſſen. Noch ſpäter, in der Ausgabe ſeines Dictionnaire de chimie von 1778 (T. I, p. 376), ſagt Macquer: On donne en chimie le nom *d'élémens* aux corps qui sont d'une telle simplicité, que tous les efforts de l'art sont insuffisans pour les décomposer, et même pour leur causer aucune espèce d'altération; et qui, d'une autre part, entrent comme principes ou parties constituantes dans la combinaison des autres corps, qu'on nomme pour cette raison *corps composés*. Les corps auxquels on a reconnu cette simplicité, sont le *feu*, l'*air*, l'*eau* et la *terre* la plus pure; parce qu'en effet les analyses les plus complètes et les plus exactes qu'on ait pu faire jusqu'à présent, n'ont jamais produit autre chose en dernier ressort, que les unes ou les autres de ces quatre substances, ou toutes les quatre, suivant la nature des corps qui ont été decomposés. Il est très-possible que ces substances, quoique reputées simples, ne le soient pas, qu'elles soient même très-composées, qu'elles résultent de l'union de plusieurs autres substances plus simples, ou qu'elles soient transmuables de l'une en l'autre, comme le pense M. le comte de Buffon. Mais comme l'expérience n'apprend absolument rien sur cela, on peut sans aucun inconvénient, on doit même regarder en chimie le *feu*, l'*air*, l'*eau*, et la *terre*, comme de corps simples; parce qu'en effet ils agissent comme tels dans toutes les opérations de cet art. Les chimistes appellent aussi les élémens *Principes primitifs*. Und in demſelben Werke dann noch (T. II, p. 295): On doit regarder comme démontré présentement, et d'après les travaux de Becher et de Stahl, que l'eau, la terre et le feu entrent véritablement comme principes dans la composition des corps. Les expériences de plusieurs physiciens et chimistes, et sur-tout celles de Boyle et de Hales, de MM. Black, Priestley, et de tous les chimistes modernes qui ont travaillé sur les gaz, nous ont fait connoitre depuis, qu'il y a beaucoup de corps dans la composition desquels l'air entre aussi comme principe, et même en très-grande quantité: ainsi, si l'on joint ce quatrième principe aux trois autres dont nous venons de parler, on reconnoitra, sans doute avec étonnement, que nous admettons à présent comme principes de tous les composés les quatre élémens, le feu, l'air, l'eau et la terre, qu'Aristote avoit indiqués comme tels, bien long-temps avant qu'on eût les connoissances de chimie nécessaires pour constater une pareille vérité.

*) So ſagt Venel in dem Artikel Principes in Diderot und d'Alemberts Encyclopädie bald nach 1750, nach der Angabe, daß die

unter einem chemiſchen Elemente zu verſtehen ſei: eine durch chemiſche Hülfsmittel nicht weiter zerlegbare Subſtanz; und bei dieſer letzten Anerkennung der Ariſtoteliſchen Elemente als der chemiſchen glaubte man wirklich ſich mit Dem, was die experimentale Forſchung lehre, in Uebereinſtimmung zu befinden. — Aber faſt ſelbſtverſtändlich iſt es, daß man unter den Benennungen für dieſe Elemente ſich weſentlich Anderes dachte, als es der griechiſche Philoſoph gethan hatte; die Bedeutung dieſer Benennungen war Allem angepaßt, was die ſpäteren chemiſchen Forſchungen ergeben zu haben ſchienen.

Unter Erde hatten Becher und Stahl, und die zunächſt ihnen folgenden Chemiker Alles verſtanden, was der Annahme des ſtarren Zuſtandes, oder des Eingehens in eine ſtarre Verbindung als Beſtandtheil derſelben fähig iſt. So vag wie dieſe Behauptung klingt: ich wüßte nicht anders die Mannichfaltigkeit der Bedeutungen, in welchen man von jenen Zeiten an bis etwas nach der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts den Kunſtausdruck „Erde" gebraucht findet, zuſammen zu faſſen; erhielt ſich doch von Becher und Stahl her bei den Chemikern lange die Anſicht, das Phlogiſton ſei, als fähig in ſtarre Verbindungen einzugehen, ſelbſt erdiger Art, und meinte doch noch Bergman,

Grundprincipien oder Elemente einfachſte, unzerſtörbare, in ihren Verbindungen fortdauernde Körper ſeien: Die neueren Chemiker haben die vier Ariſtoteliſchen Elemente als ſolche Principien anerkannt: das Feuer als Phlogiſton, die Luft, das Waſſer und die Erde. Aber dieſe Aufzählung ſei unvollſtändig und unrichtig, ſo fern es verſchiedene Erden gebe. Wahrſcheinlich ſei die eigentlich elementare Erde eine der vier bekannten: verglasbare, thonige, kalkige und gypſige, und die anderen ſeien Zuſammenſetzungen der erſteren; nur wiſſe man noch nicht, welche von den vier Erden die einfache ſei, und vielleicht ſei auch gar keine derſelben die eigentliche Elementarerde. — So ſagt Scheele in ſeiner 1777 veröffentlichten Abhandlung von der Luft und dem Feuer, S. 1 f. nach der Klage, über die Zahl der Grundſtoffe ſeien die Chemiker nicht einig, und dieſe Frage zu beantworten ſei eine der ſchwierigſten Aufgaben, welche zu löſen von Einigen als hoffnungslos betrachtet werde: „Andere glauben, daß die Erde und das Phlogiſton diejenigen [Elemente] ſind, aus welchen die ganze körperliche Natur ihren Urſprung genommen hat. Die Meiſten ſcheinen den peripatetiſchen Elementen gänzlich zugethan".

Digitized by Google

das Wasser scheine eine durch Wärme verflüssigte Erde zu sein. Aber den meisten Chemikern galt dann als charakteristisch für das als Erde zu Bezeichnende die Feuerbeständigkeit; unter die Benennung „Erde" kam der Begriff, welchen, als den eines supponirten chemischen Grundbestandtheiles, Basilius Valentinus und Paracelsus unter der Bezeichnung „Salz" angedeutet hatten. Die „Erde", so lehrte noch Macquer, sei für und widerstehe, wenn rein, dem heftigsten Feuer; als wesentlich aus Erde bestehend habe man zu betrachten, was von einem Körper bei stärkster Einwirkung des Feuers übrig bleibt; und er hielt immer daran fest, die verschiedenen Erden, welche schon zu seiner Zeit als besondere bekannt waren, seien wohl nur in Folge von Beimischungen anderer Substanzen in ihren Eigenschaften variirende Abänderungen Einer Elementarerde, welche am Reinsten in der verglasbaren (Kiesel-) Erde gegeben sei. Bergman dagegen gestand es zwar zu, daß vielleicht alle Erden einen gemeinschaftlichen Ursprung und einen einzigen Urstoff haben dürften, rieth aber doch sehr vorsichtig an, alle diejenigen Erden einstweilen als ursprüngliche anzusehen, deren Grundmischung noch nicht durch Versuche wirklich ermittelt sei. Und factisch sind die als besondere erkannten Erden (vgl. S. 97) in der vor Lavoisier vorhergehenden Zeit, auch bei dem Zugeständniß einer möglichen näheren Beziehung derselben unter einander, als grundverschiedene betrachtet und besprochen worden.

Das Wasser galt noch als ein Element; daran, daß dasselbe nicht weiter zerlegt werden könne, zweifelte während der Zeit, auf welche wir hier zurückblicken, Niemand. Allerdings ist von Anhängern der Phlogistontheorie zuerst das Thatsächliche entdeckt worden, aus dem die Zusammengesetztheit des Wassers hervorging, und zuerst ausgesprochen worden, daß das Wasser ein zusammengesetzter Körper sei; aber fast schon jenseits der Grenze, bis zu welcher die unabhängig von Lavoisier erworbenen chemischen Kenntnisse hier zu betrachten sind, fällt, was in dieser Beziehung entdeckt und ausgesprochen wurde, und ich stehe deßhalb davon ab, über es als bereits jener Zeit zugehörig

Digitized by Google

zu berichten. — Die von der zweiten Hälfte des ſiebenzehnten Jahrhunderts an oft ausgeſprochene Ausſicht, daß das Waſſer ſich, namentlich durch längeres Erhitzen und durch wiederholtes Deſtilliren (in Glasgefäßen), zu Erde umwandeln laſſe, war bald nach 1770 (Lavoiſier ſelbſt trug mit einer ſeiner Erſtlingsarbeiten zu dieſer Zeit, vor jeder Anzweiflung der Phlogiſtontheorie, weſentlich dazu bei) als widerlegt anzuſehen, mindeſtens von den bedeutendſten Chemikern als irrig betrachtet.

Aber für die Luft wurde mit größerer Beſtimmtheit ſchon vor dem Sturze der Phlogiſtontheorie erkannt, daß ſie nicht, in dem Sinne wie man es ſo lange angenommen hatte, ein Element ſei.

Vor Allem war bald nach der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts Das nachgewieſen worden, daß es ganz verſchiedene luftförmige Körper giebt, und nicht etwa nur Eine Luft, deren Eigenſchaften durch Beimiſchungen abgeändert ſein können. Was van Helmont verfrüht über die Exiſtenz verſchiedener Gaſe neben der atmoſphäriſchen Luft behauptet hatte, war durch die Arbeiten von Black, von Cavendiſh, von Prieſtley außer Zweifel geſtellt; auch für den Letzteren war, wie er ſelbſt es ausſprach, „Luft" nur noch eine Form, d. i. ein Aggregatzuſtand, und nicht Eine Subſtanz. Ich brauche hier keine beſondere Zuſammenſtellung der eigenthümlichen Luftarten zu geben, mit welchen die Chemie bis gegen das Ende der Herrſchaft der Phlogiſtontheorie hin bekannt wurde; für die Beſprechung der letzten Repräſentanten der Chemie in jener Zeit, S. 59 bis 82, war die Berichterſtattung gerade darüber ein Hauptſächliches, wie durch dieſe Forſcher ſolche Luftarten, und welche, erkannt, wie die Eigenſchaften derſelben ermittelt, die Reſultate der Einwirkung auf andere Subſtanzen unterſucht wurden. Einzelne — ſo z. B. Macquer — glaubten allerdings noch daran feſthalten zu ſollen, es ſei theoretiſch wahrſcheinlich, daß es Eine Elementarluft gebe, von welcher die mannichfaltigen Luftarten, die man als beſondere unterſchieden hatte, nur Abänderungen ſeien — ganz Dem entſprechend, was

Digitized by Google

vorhin (S. 113) über den Glauben an eine Elementarerde, und daß die verschiedenen eigenthümlichen Erden nur Abänderungen derselben seien, erinnert wurde —, aber wiederum ohne daß Dies gehindert hätte, gewisse Luftarten als grundverschiedene zu betrachten und zu besprechen. Auch die in früherer Zeit öfter ausgesprochene, namentlich bei Stahl sich findende Ansicht war damals zurückgetreten: daß Wasser in die Zusammensetzung der verschiedenen, insbesondere der künstlich darzustellenden Luftarten eingehe, diese gleichsam nur durch Beimischungen zu permanenten Luftarten abgeänderter Wasserdampf seien; später erst: als die künstliche Hervorbringung von Wasser Gegenstand des Streites zwischen den Vertheidigern der Phlogistontheorie und den Anhängern des Lavoisier'schen Systemes war, suchten Einige der ersteren diese Ansicht wieder zur Geltung zu bringen. — Als unter sich und von der gemeinen Luft verschiedene Luftarten waren, neben vielen anderen, namentlich die fixe Luft und die brennbare Luft anerkannt, und für die verschiedenen Luftarten auch, daß sie — der Lehre Stahl's und der zunächst ihm Folgenden entgegen, welche der Luft schlechthin die Fähigkeit abgesprochen hatten, als Bestandtheil in eigentliche chemische Verbindungen einzugehen — sich mit anderen Substanzen chemisch vereinigen können; die fixe Luft wurde als ein Bestandtheil der milden Alkalien betrachtet, die brennbare Luft als ein Bestandtheil der Metalle, aus welchen sie durch Lösen derselben in gewissen Säuren frei gemacht werden können. — Für einzelne Luftarten, die aus verschiedenen Säuren zu entwickelnden z. B., glaubten Einige noch an einen wahrscheinlichen Zusammenhang entsprechender Art, wie er ihnen als für die Substanzen selbst annehmbar erschien, aus denen die Luftarten entwickelt werden können; deutlicher wird Dies werden, wenn ich weiter unten darüber spreche, welche Beziehungen zwischen den verschiedenen Säuren damals noch Einige vermutheten. — Daß bei der Anerkennung verschiedener eigenthümlicher Luftarten in jener Zeit noch einzelne, in gewisser Hinsicht ähnliches Verhalten zeigende mit Unrecht zusammengeworfen wurden, kann kaum wundern; namentlich

Digitized by Google

machte man damals faſt durchgängig noch keine Unterſcheidung zwiſchen der in eben erinnerter Weiſe (durch Löſen von Metallen in Säuren) darzuſtellenden brennbaren Luft und mehreren anderen brennbaren Gaſen, deren Entwickelung unter gewiſſen Umſtänden beobachtet war.

Von beſonderer Wichtigkeit iſt, was bezüglich der atmoſphäriſchen Luft erkannt war. Vorausgeſehen waren ſchon in der zweiten Hälfte des ſiebenzehnten Jahrhunderts Reſultate, welche erſt hundert Jahre ſpäter eigentliche Begründung und dann dauernde Anerkennung erhalten ſollten. Was damals engliſche Forſcher: Hooke 1665, namentlich Mayow 1669, dann auch Willis 1671 behauptet hatten: in der Luft ſei ein, auch in die Zuſammenſetzung des Salpeters eingehender Beſtandtheil als activer enthalten, auf deſſen Einwirkung auf brennbare Subſtanzen die Verbrennung der letzteren, auf deſſen Verzehrung bei der Verbrennung auch die Verminderung eines mit Waſſer abgeſperrten Volumes Luft bei dieſem Vorgange beruhe; welcher in ähnlicher Weiſe das Athmen unterhalte und dabei in animaliſchen Organismen Wärme ſich erzeugen laſſe; welcher (nach Mayow) nicht nur in die Zuſammenſetzung der Salpeterſäure ſondern auch in die der Vitriolſäure eingehe, bei der Umwandlung von Eiſenkies zu Eiſenvitriol dem erſteren zutrete, überhaupt ein Beſtandtheil der Säuren ſei, wenn er gleich nicht ſelbſt die Natur einer Säure habe, und ſich mit den Metallen bei der Verkalkung derſelben vereinige und die hierbei ſtattfindende Gewichtsvermehrung verurſache, — alles Dieſes, was in Erkenntniß und Deutung von Thatſächlichem, ja ſelbſt im Gebrauche der Benennungen für den wirkſameren Beſtandtheil der Atmoſphäre*) einer erſt lange nachher kommenden Zeit vorausgriff, erſcheint bald wie

*) Dieſer wurde von Mayow als der Spiritus igneo-aëreus, gewöhnlicher indeſſen mit Rückſicht darauf, daß er in dem Salpeter enthalten ſei, als Spiritus nitro-aëreus bezeichnet. Aber an die ſpäter für den Sauerſtoff gebrauchten Benennungen: Lebensluft, Feuerluft, erinnert ganz, wie dieſer Beſtandtheil der Luft ſich bereits bei Mayow als der Spiritus vitalis, igneus bezeichnet findet.

Digitized by Google

fast ganz vergessen. Aber vom Jahre 1772 an wurde die Untersuchung der Luft neu in Angriff genommen: Rutherford lehrte da den zur Unterhaltung des Athmens und der Verbrennung nicht tauglichen Bestandtheil der Atmosphäre als eine besondere Luftart kennen, Priestley (vgl. S. 63) 1774, Scheele (vgl. S. 78) bald nachher den anderen, die Verbrennung und das Athmen unterhaltenden Bestandtheil für sich darstellen; die Ansicht, daß diese beiden Luftarten sich nur durch ein Mehr oder Weniger: Sättigung mit Phlogiston oder Freisein von Beladung mit demselben, unterscheiden, trat bald zurück gegen die, weitere Vermuthungen über die Constitution dieser Körper und der gleichfalls in der Atmosphäre nachgewiesenen fixen Luft nicht ausschließende, daß die gemeine Luft ein Gemische mehrerer besonderer Luftarten sei. Ganz auf die Arbeiten gestützt, welche noch der Periode der Phlogistontheorie angehören und von Anhängern der letzteren ausgeführt wurden, konnte Bergman 1777 davon als von etwas sicher Festgestelltem sprechen, daß die atmosphärische Luft kein einfacher Körper sei, sondern zum größeren Theile aus s. g. schädlicher oder mephitischer, zum kleineren Theile aus s. g. reiner, zum kleinsten Theile aus s. g. fixer Luft oder Luftsäure bestehe.

War bei den Erweiterungen der chemischen Kenntnisse länger zu verweilen, welche die „Luft" betreffen, so wird dies auch bezüglich der Ansichten der Fall sein, welche man über das Feuer hegte. Hatte doch die Chemie es seit längerer Zeit als ihre Hauptaufgabe angesehen, die Einwirkung des Feuers auf die verschiedenen Körper richtig zu deuten, zu erklären, auf was die Fähigkeit gewisser Substanzen beruhe, an der Luft erhitzt Feuer zum Vorschein kommen zu lassen, und die Vorgänge zu erkennen, welche den eigentlichen Verbrennungen analoge sind.

Von den Ansichten, welche hierüber zu der jetzt von uns zu betrachtenden Zeit herrschende oder doch besonders beachtete waren, ist sehr schwer innerhalb des kleinen Rahmens, welcher hier dafür beansprucht werden darf, ein Bild zu entwerfen, und für nur wenige, ganz besonders wichtige Punkte ist eine etwas

Digitized by Google

eingehendere Behandlung zuläſſig. Dieſe Punkte ſind die Vorſtellungen über das Phlogiſton, über das Weſen der Wärme und über die Natur des Feuers.

In der Schilderung der allmäligen Entwickelung unſerer Wiſſenſchaft durch Beſprechung der wichtigſten Repräſentanten derſelben wurde namentlich auch angegeben, wie ein Princip der Veränderlichkeit der Körper durch Feuer in weit entfernter Zeit bereits unter der Bezeichnung des ſchwefeligen angenommen worden war und wie die frühere gröbere Vorſtellung von dieſem Grundbeſtandtheil der Körper zu der Auffaſſung des Phlogiſtons gleichſam verfeinert wurde. Ich habe (S. 45 ff.) berichtet, was Stahl bezüglich des Phlogiſtons behauptete und experimental beweiſen zu können glaubte: daß ein und derſelbe Stoff in den verbrennlichen organiſchen und mineraliſchen Subſtanzen, namentlich auch in den Metallen, enthalten ſei; welche Meinungen bezüglich dieſes Stoffes, des Phlogiſtons, in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die da noch an ſeine Exiſtenz glaubenden Chemiker hatten, iſt hier darzulegen.

Daß etwas als Phlogiſton Benanntes in allen eben genannten Subſtanzen exiſtire, daß dieſer Grundbeſtandtheil derſelben bei Verbrennungs- oder Verkalkungsvorgängen austrete, wurde nicht bezweifelt. Ebenſowenig, daß was mit dem Phlogiſton zu den verſchiedenen Körpern vereinigt ſei, erkannt werden könne aus der Feſtſtellung, was nach dem Weggehen des Phlogiſtons bei ſolchen Vorgängen ſonſt noch zum Vorſcheine komme: alſo z. B., daß neben Phlogiſton in den Metallen die ſ. g. Metallkalke, im Schwefel Vitriolſäure, im Phosphor Phosphorſäure, im Weingeiſt, in Oelen u. A. Waſſer und fixe Luft enthalten ſeien. Von der Exiſtenz des Phlogiſtons war man ſo feſt überzeugt, daß man ſelbſt in genauerer Weiſe angeben zu können glaubte, wie groß der Gehalt an ihm in verſchiedenen Subſtanzen ſei. Bei den erſten Begründern der Phlogiſtontheorie findet man mehr hervorgehoben, wie wenig das brennbare Princip in den es enthaltenden Körpern dem Gewichte nach

Digitized by Google

betrage, als daß eine genauere quantitative Ermittelung desselben versucht worden wäre; noch um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts wird, z. B. von Pott, ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß ganz reines Phlogiston kein Gewicht habe, das Zutreten desselben zu anderen Körpern das Gewicht derselben nicht vergrößere, im Gegentheil es öfters vermindert erscheinen lasse (namentlich auch daran findet man erinnert, daß der Phosphor bei Entziehung des in ihm enthaltenen Phlogistons an Gewicht zunehme), und die ziemlich weit zurück verfolgbare Ansicht, daß dem Phlogiston negative Schwere zukomme, seine Vereinigung mit einer anderen Substanz das von der letzteren gezeigte Gewicht kleiner werden lasse, hat zu jener Zeit wie in den folgenden Jahrzehnten auch ihre Vertreter. Aber überwiegend macht sich doch die Ansicht geltend, daß, wie jeder Bestandtheil einer Verbindung, auch das Phlogiston mit einem angebbaren Gewicht in den Substanzen, in deren Zusammensetzung es eingehe, enthalten sein müsse, und sehr Bedeutende unter den letzten Anhängern der Phlogistontheorie glaubten in dieser Richtung zuverlässige Resultate erzielt zu haben. Ich darf mich hier nicht in die speciellere Besprechung einlassen, auf welche irrige Voraussetzungen und unrichtige Beobachtungen hin Bergman den Phlogistongehalt der Holzkohlen zu 15 pC., den des Eisens zu 2,5 pC., den anderer Metalle gleichfalls in sehr bestimmter Weise angeben zu können glaubte, oder wie Kirwan zu dem Resultate kam, der Schwefel bestehe aus 41 pC. Phlogiston und 59 pC. Vitriolsäure; aber daß solche Angaben mit großer Zuversicht gemacht wurden, bezeichnet in charakteristischer Weise den festen Glauben, welchen man an die Existenz des Phlogistons und an die Richtigkeit der Vorstellungen bezüglich der Zusammensetzung der es vermeintlich enthaltenden Körper hatte. — Und als ein Körper, an dessen Vorhandensein nicht zu zweifeln sei, hatte das Phlogiston natürlich auch eine Verwandtschaftstabelle construirt erhalten, die sogar manches auch später noch zu Brauchende — in umgekehrter Richtung gelesen die Reihe der Verwandtschaften des Sauerstoffs zu verschiedenen Körpern — enthielt.

Digitized by Google

Einen Beweis für die Exiſtenz des Phlogiſtons in der Art zu fordern oder geben zu wollen, daß daſſelbe für ſich und ganz rein dargeſtellt und vorgezeigt werde, betrachteten die Anhänger der Stahl'ſchen Theorie immer noch als unnöthig. Wohl werden verſchiedene ſinnlich wahrnehmbare Dinge genannt, welche reines oder faſt reines Phlogiſton ſeien; aber die Bedeutenderen unter den letzten Anhängern jener Theorie ſind darüber keineswegs einig, welches Ding dies ſei, und jeder Einzelne war zu verſchiedenen Zeiten verſchiedener Anſicht. Prieſtley betrachtete die Holzkohle als entſchieden reicher an Phlogiſton, als Dies Andere, z. B. Bergman thaten; Jener meinte, reine Holzkohle ſei faſt vollſtändig umwandelbar in brennbare Luft, welche letztere er lange als Phlogiſton im freien Zuſtand anſah; in einer Zeit erſt, welche über die uns beſchäftigende hinausliegt, nahm er auch in der brennbaren Luft einen Gehalt an Waſſer an. Cavendiſh hatte zuerſt die bei der Löſung von Metallen in Säuren ſich entwickelnde brennbare Luft als reines Phlogiſton betrachtet und dieſe Anſicht wurde von Vielen getheilt, auch dann noch, als Cavendiſh ſelbſt wie auch einige Andere in dieſer Luftart nur eine Verbindung von Phlogiſton mit einer anderen Subſtanz ſehen zu dürfen glaubten: Cavendiſh ſie als aus Phlogiſton und Waſſer, Bergman ſie als aus Phlogiſton als dem einen und Wärme als dem anderen in ihr enthaltenen wägbaren Beſtandtheil zuſammengeſetzt anſah. Aber noch ganz andere Dinge wurden als das Phlogiſton den Sinnen wahrnehmbar machend angeſprochen: ſehr verbreitet war die Anſicht, daß das Phlogiſton an ſich nichts Anderes als das Elementarfeuer, der Wärmeſtoff ſei; Macquer hielt das Phlogiſton für identiſch mit dem Lichtſtoff; Prieſtley ſprach davon, die electriſche Materie könne mit dem Phlogiſton identiſch ſein. Und jede dieſer Anſichten fand Widerſpruch, ſofern gerade Das, was der Eine als Phlogiſton in der einfachſten Art der Erſcheinung deſſelben betrachtete, von einem Anderen als etwas Zuſammengeſetztes, Phlogiſton nur als einen Beſtandtheil Enthaltendes angeſehen wurde.

Digitized by Google

Hinsichtlich eines anderen wichtigen Punktes herrschte größere Uebereinstimmung. Dafür, daß das Phlogiston aus den es enthaltenden Körpern weggehe, wurde Etwas, in oder an was es treten könne, als nothwendig betrachtet. Luft, Salpeter, Salpetersäure, Braunstein galten als vorzugsweise geeignet, das Phlogiston aufzunehmen und es anderen Körpern zu entziehen; aber viele andere Substanzen wurden als gleichfalls mit dieser Fähigkeit begabt betrachtet: alle, welche mit Phlogiston Verbindung einzugehen im Stande seien. Uns kommt hier in Betracht, was man bezüglich der Wirkung der Luft in dieser Beziehung zu wissen glaubte. Bei Einzelnen noch, aber kaum bei Einem der bedeutenderen Vertreter der Chemie findet man die von Stahl und seinen nächsten Nachfolgern so bestimmt ausgesprochene Ansicht, daß für die Unterhaltung von Verbrennungserscheinungen Wasserdampf ebenso wie Luft wirken könne, oder sogar die Luft nur auf Grund ihres Gehaltes an Wasserdampf zur Unterhaltung von Verbrennungen fähig sei. Die Mitwirkung der Luft bei Verbrennungs- und Verkalkungsvorgängen war seit lange bekannt; die Volumverminderung derselben bei Verbrennungsvorgängen und daß eine begrenzte Luftmenge nur in begrenzter Weise die Verbrennung vor sich gehen zu lassen vermag, war im siebenzehnten Jahrhundert, und daß Dasselbe für die Verkalkung gilt, im achtzehnten Jahrhundert vor dem Sturze der Phlogistontheorie von Anhängern der letzteren bereits erkannt. Als Ursache für diese Erscheinung war während geraumer Zeit betrachtet, daß die Luft der Aufnahme von Phlogiston nur in begrenztem Maße fähig sei, und die Thatsache der Volumverminderung wurde lediglich constatirt. Aber gegen das Ende der Herrschaft der Phlogistontheorie kommen Ansichten, wie sie schon viel früher (vgl. S. 116) wirkungslos ausgesprochen worden waren, zur Geltung: nach der Entdeckung der s. g. dephlogistisirten Luft (1774) wird angenommen, daß bei der Veränderung der phlogistonhaltigen Körper durch Erhitzen bei Zutritt von Luft das Phlogiston an diesen Bestandtheil der letzteren: an die dephlogistisirte Luft trete, Etwas hervorbringend, was für sich

Digitized by Google

zum Vorſcheine komme oder ſich mit dem vorher in dem angewendeten Körper mit Phlogiſton verbunden Geweſenen vereinige. Darin kamen, wie beträchtlich ſie auch in der Auffaſſung von Einzelnheiten unter einander abwichen, die letzten bedeutenderen Anhänger der Phlogiſtontheorie überein.

Das Austreten des Phlogiſtons aus einem Körper iſt im Allgemeinen von einem Freiwerden von Wärme begleitet; über die Anſichten, welche man bezüglich der letzteren hegte, habe ich hier kurz zu berichten. Wenige unter Denen, welche als letzte Bekenner der Phlogiſtontheorie uns hier in Betracht kommen, waren in dem Verſtändniß der Wärmeerſcheinungen ſoweit vorgeſchritten als Cavendiſh, der dieſelben als lediglich auf der inneren Bewegung der kleinſten Theilchen beruhend anſah. Faſt Allen galt die Wärme als etwas Materielles: ein Wärmeſtoff wurde angenommen, welchen Viele allerdings als gewichtlos oder ſo gut als gewichtlos betrachteten, Andere hingegen, wie früher Boyle, noch als mit einem wahrnehmbaren Gewichte begabt. Bergman z. B. glaubte ermittelt zu haben, daß die brennbare Luft (das Waſſerſtoffgas) in 100 Theilen 79 Phlogiſton und 21 gebundenen Wärmeſtoff enthalte; die Gewichtsveränderungen, welche eine Subſtanz bei chemiſchen Veränderungen erleidet, konnten ſeiner Anſicht nach auch weſentlich auf der Menge des gebunden bleibenden oder des neuerdings gebundenen Wärmeſtoffes beruhen. Der Wärmeſtoff ſelbſt, für welchen man wiederum ebenſo wie für andere Subſtanzen eine Verwandtſchaftstafel conſtruirte, war nach der Meinung Einiger identiſch mit der Elementar-Feuermaterie oder mit dem Phlogiſton, nach Anderen davon verſchieden; ich erinnere an die S. 78 ff. beſprochene, von Bergman getheilte Anſicht Scheele's, daß Phlogiſton und dephlogiſtiſirte Luft oder ein Beſtandtheil der letzteren die Wärme und das Licht zuſammenſetzen.

Darüber, auf was das Austreten des Phlogiſtons unter Feuererſcheinung beruhe, waren die Anſichten auch getheilt. Viele hielten noch feſt an der von Stahl aufgeſtellten Lehre, daß die Feuererſcheinung durch eine beſondere raſche wirbelnde Beweg-

Digitized by Google

ung der Phlogistontheilchen bedingt sei, zu welcher die letzteren durch die Anwesenheit gewisser anderer Theilchen, namentlich aber auch von Luft oder etwas Aehnlichem befähigt werden. Nach Anderen war Feuererscheinung nur das, den Austritt des Phlogistons begleitende gleichzeitige Freiwerden von Wärmestoff und Lichtstoff, und diese beiden Stoffe wurden manchmal als besondere Zustandsarten Eines Elementes, manchmal als ganz verschiedene Stoffe, auch wohl (wie eben zu erinnern war) als Verbindungen aus denselben einfacheren Substanzen nach verschiedenen Verhältnissen betrachtet.

Mit der Anerkennung des Phlogistons in den durch Feuer veränderbaren Körpern und in solchen, die man aus anderen Gründen (der Verkalkbarkeit durch Säuren z. B.) als jenen analog zusammengesetzt betrachtete, verband sich, wie S. 118 f. nochmals erinnert wurde, die Vorstellung, daß man das zu jenen Körpern mit dem Phlogiston Vereinigte durch möglichst vollständiges Austreiben des ersteren Bestandtheiles zum Vorschein bringen könne. Etwas Phlogistonfreieres als die Vitriolsäure glaubte man nicht aus dem Schwefel, etwas Phlogistonfreieres als den schwarzen Kupferkalk (das Kupferoxyd) nicht aus dem Kupfer darstellen zu können; diese Substanzen galten als Das, was in dem Schwefel, in dem Kupfer mit Phlogiston vereinigt sei. Im Laufe der Zeit lernte man auch wohl aus Substanzen, die bis dahin als möglichst dephlogistisirte gegolten hatten, doch noch Phlogiston ausscheiden. Der metallische Arsenik galt als zusammengesetzt aus Phlogiston und weißem Arsenik (arseniger Säure), bis man den letzteren noch weiter, zu Arsenikſäure, dephlogistisiren lernte, und die Arsenikſäure galt dann als ein einfacherer Körper, welcher mit weniger Phlogiston den weißen Arsenik als intermediäre, mit mehr den metallischen Arsenik als gesättigte Verbindung bilde; ganz vergleichbar damit, wie man in späterer Zeit in Sauerstoffverbindungen des Urans und in solchen des Vanadins Körper als einfachere angenommen hat, welche nachher selbst noch als sauerstoffhaltig erkannt wurden,

Digitized by Google

ſo daß die vorher als einfachere betrachteten Körper jetzt zu intermediären Verbindungen geworden ſind.

In der Erkenntniß, welche Körper zwiſchen anderen intermediär ſeien, und in welcher Reihenfolge, war die Chemie ſchon unter der Herrſchaft und unter dem Einfluſſe der Phlogiſtontheorie beträchtlich vorgedrungen; ich hatte bereits S. 50 daran zu erinnern, was ſie in dieſer Beziehung und in der Erkenntniß, welche Vorgänge analoge ſind, in jener Periode geleiſtet hat. Es waren Vorarbeiten von erheblichſter Wichtigkeit für die Durchführung des Lavoiſier'ſchen Syſtemes: Vorarbeiten, welche mehrfach ſich geradezu in das neue Syſtem überſetzen ließen, ſobald einmal nachgewieſen war, daß ein Weggang von Sauerſtoff (oder Vereinigung mit demſelben) da ſtatt hat, wo man vorher Vereinigung mit Phlogiſton (oder Weggang deſſelben) angenommen hatte, und daß in den Reihen zuſammengehöriger Körper derjenige, welcher als einfacher durch Verbindung mit einem zweiten nach verſchiedenen Verhältniſſen die anderen bildet, nicht an dem Ende der Reihe ſteht, an welchem ihn die Phlogiſtontheorie vermuthete, ſondern an dem entgegengeſetzten. Was ich meine, wird aus dem jetzt beſprochenen Beiſpiele des Arſeniks und der Säuren deſſelben, aus dem ſchon früher mehrfach erwähnten des Schwefels und der Säuren deſſelben deutlich; ich will nur noch zwei Beiſpiele zur Vervollſtändigung des hier Geſagten anführen. Scheele's Arbeiten über den Braunſtein und Gahn's ſich anſchließender Nachweis, daß derſelbe zu einem Metalle reducirt werden kann, ließen den Braunſtein (unſer Manganhyperoxyd) als einen einfacheren Körper betrachten, welcher durch Zutreten von Phlogiſton zu einer Subſtanz (Manganoxydul) werde, die der Vereinigung mit Säuren fähig ſei, und durch Verbindung mit noch mehr Phlogiſton zu einem Metalle (Mangan); Cavendiſh betrachtete auf Grund ſeiner Unterſuchungen die Salpeterſäure als einen einfacheren Körper, welcher durch ſucceſſives Zutreten von Phlogiſton in phlogiſtiſirte Salpeterſäure (ſalpetrige Säure), dann in Salpetergas (Stickoxyd) und endlich in phlogiſtiſirte Luft (Stickſtoff) übergehe.

Digitized by Google

Mehrere Körper sind in dem Vorhergehenden als solche namhaft gemacht, von welchen man früher annahm, daß sie einfachere seien; derartige Körper wurden von den Bedeutendsten unter den letzten Vertretern der Phlogistontheorie als unzerlegbare betrachtet. Dem Glauben an eine beschränkte Anzahl wirklicher Elemente entgegen betonte namentlich Bergman, daß man hierüber nur Vermuthungen haben könne, in der Chemie aber nur dem durch die Erfahrung Festgestellten Geltung zuzugestehen sei. Sieht man zu, welche Körper bei ihm als unzerlegbare besprochen werden, so findet man als dahin gehörig das Phlogiston, das Wasser, die ganz reine (s. g. dephlogistisirte) Luft, die fixen Alkalien (das flüchtige Alkali wurde als zusammengesetzt, nämlich nachweisbar Phlogiston enthaltend betrachtet), die verschiedenen eigenthümlichen (bei ihm geradezu als primitive bezeichneten) Erden, die des Phlogistons so weit wie möglich beraubten Metallkalke und Metallsäuren, die möglichst dephlogistisirten anderen Säuren. Aber Viele hingen allerdings damals noch von früher her überkommenen Aussprüchen und unklaren Vorstellungen darüber an, daß zwischen den einzelnen Gliedern mehrerer unter den eben genannten Classen einfacherer Körper noch erkennbare Beziehungen obwalten. Die ältere, auch von Becher ausgesprochene Behauptung, daß die Metalle auch einen s. g. mercurialischen Grundbestandtheil als gemeinsamen enthalten, findet sich noch bei Macquer als etwas ganz Beachtenswerthes wenn auch nicht mit Sicherheit Erwiesenes behandelt, und eben so weit geht das Festhalten an der Ansicht, der erdige Bestandtheil in allen Metallen könne wohl an sich eine und dieselbe Grundsubstanz sein. Der Meinung, daß die verschiedenen Erden alle nur Abänderungen Einer Elementarerde seien, wurde S. 113 gedacht. Was Stahl darüber gelehrt hatte, daß alle s. g. Salze, die Säuren und die Alkalien, innige Verbindungen aus Erde und Wasser seien, findet auch noch Zustimmung, und wiederum sprach noch Macquer sich in diesem Sinne aus, und daß die Alkalien mehr Erde in ihrer Mischung enthalten, als die Säuren. Aber was die Säuren betrifft, so hat Becher's

Digitized by Google

und Stahl's Anſicht von Einer einfacheren derartigen Verbindung, deren Abänderungen in Folge des Zutretens noch anderer Subſtanzen in verſchiedenen Verhältniſſen die übrigen Säuren ſeien, und daß jene einfachere Verbindung oder Primitivſäure die Vitriolſäure ſei, auch noch Anhänger. Nochmals iſt Macquer zu nennen als einer der Bedeutendſten unter Denen, welche kurz vor dem Sturze der Phlogiſtontheorie es als wahrſcheinlich betrachteten, die Salpeterſäure ſei nichts Anderes als Vitriolſäure verbunden mit Phlogiſton in eigenthümlicher Weiſe durch einen Fäulnißvorgang; die Salzſäure ſolle (was jedoch noch nicht erwieſen ſei) Becher's Anſicht gemäß eine Verbindung der Primitivſäure mit dem mercurialiſchen Grundbeſtandtheil ſein; die Phosphorſäure ſei mit großer Wahrſcheinlichkeit eine Verbindung aus Salzſäure und Phlogiſton; die Pflanzenſäuren enthalten wahrſcheinlich neben der Primitivſäure noch Oeliges (Phlogiſton und Waſſer) in inniger Vereinigung. Solche Anſichten vertrat noch Macquer in früheren ſeiner Schriften mit größerer Beſtimmtheit, in ſpäteren theilweiſe mit etwas mehr Zurückhaltung; aber auch Prieſtley ſprach noch gläubig von der Vitriolſäure als der Primitivſäure, von der Umwandelbarkeit der Salzſäure in Salpeterſäure und umgekehrt, und bei der Beſchreibung ſeiner Verſuche über die Luftart, welche er aus Flußſpath und Vitriolſäure in Glasgefäßen entwickelte und als flußſaure Luft bezeichnete, betrachtete er es als erwieſen, daß dieſelbe Vitriolſäure ſei, vereinigt mit ſoviel Phlogiſton, daß dieſe luftförmig werde, und außerdem noch mit einer gewiſſen Menge des erdigen Beſtandtheiles des Flußſpathes. — Daß ſolche Anſichten bei Männern wie die eben genannten noch in ſolcher Weiſe beſprochen und theilweiſe wenigſtens vertheidigt wurden, darf nicht vergeſſen werden, will man ſich ein unparteiiſches Urtheil über jene Zeit bilden; aber auch nicht, daß damals bereits unter den Anhängern der Phlogiſtontheorie Mehrere ſelbſtſtändig den Unwerth derartiger allgemeinerer Vermuthungen erkannt und was ſie zur Berichtigung einzelner hierhergehöriger irriger Behauptungen beigetragen haben.

Digitized by Google

Ich habe Dem, was im Vorhergehenden bezüglich der bis zu Lavoisier's Eingreifen in die Chemie erworbenen Kenntnisse und aufgestellten Ansichten berichtet wurde, noch Einiges hinzuzufügen, was mir von Erheblichkeit dafür zu sein scheint, eine richtige Vorstellung von der Entwickelungsstufe zu gewinnen, auf welche die Chemie in jener Zeit gekommen war.

Es ist charakteristisch, wie auseinandergehend damals noch bezüglich ganz allgemeiner und principiell wichtigster Fragen die Beantwortungen waren: ob dem Wärmestoff z. B. positive Schwere wie anderen Körpern, oder gar keine Schwere, oder negative Schwere zukomme; ob das Phlogiston im freien Zustande darstellbar sei oder nicht; u. A. Bei aller Zähigkeit in dem Festhalten an gewissen einmal ergriffenen Vorstellungen: z. B. daß ein und derselbe Grundbestandtheil in allen durch Feuer veränderbaren Körpern enthalten sei, war in Beziehung auf viele andere bedeutsame Punkte eine beträchtliche Verschiedenheit, ein rascher Wechsel der Ansichten vorausgegangen. Eine erheblichere Stetigkeit in der Bearbeitung theoretischer Aufgaben wird für damals noch vermißt. — Die Chemie beginnt kaum, aus einer Zeit herauszugehen, welche charakterisirt ist dadurch, daß die Erkenntniß eines bis dahin begangenen Irrthums in einen neuen Irrthum überschlagen läßt. Die Bekämpfung der Lehre, daß das Feuerbeständige in den Körpern so als Bestandtheil, als s. g. salziges Princip derselben präexistire, wie es nach der Einwirkung des Feuers zum Vorscheine kommt, hatte van Helmont, Boyle u. A. die Präexistenz der Alkalien in den Pflanzen bestreiten lassen. Den Glauben an die negative Schwere der Feuermaterie, und daß deßhalb nach dem Austreten der letzteren aus den Metallen der Rückstand, der Metallkalk, schwerer wiegen müsse, hatten Boyle, Becher u. A. mit der Behauptung bekämpft, daß im Gegentheile bei der Verkalkung wägbare Feuermaterie dem Metallkalke zutrete und für diesen die Gewichtsvermehrung verursache; und Kunckel, Stahl u. A. waren, indem sie sich gegen diesen letzteren Irrthum aussprachen, wieder in einen anderen gefallen: das Schwererwerden metallischer Substanzen bei der

Verkalkung beruhe darauf, daß dieſelben dichter werden. Die richtigere Erkenntniß der Urſache dieſer Erſcheinung wird im Allgemeinen als erſt durch Lavoiſier veranlaßt betrachtet, und allerdings haben die Arbeiten des Letzteren auch für Solche, welche der Phlogiſtontheorie noch anhingen, zur Anerkennung beigetragen, daß der eine Beſtandtheil der Luft, die ſ. g. dephlogiſtiſirte Luft, dieſe Gewichtszunahme bewirke: zu der Vorſtellung nämlich, daß dieſe Luftart zuſammen mit dem vorerſt aus den Metallen an ſie getretenen Phlogiſton ſich mit Dem, was neben dem letzteren im Metall enthalten geweſen ſei, zu dem wirklich darſtellbaren Metallkalke vereinige. Aber es iſt doch daran zu erinnern, daß bereits früher eine ſolche oder eine nahekommende Erklärung erfaßt war. Schon in der erſten Hälfte des ſiebenzehnten Jahrhunderts hatte in Frankreich Rey die Gewichtszunahme bei der Verkalkung auf Rechnung der dabei abſorbirten Luft geſchrieben, in der zweiten Hälfte desſelben Jahrhunderts Mayow in England den activeren Theil der atmoſphäriſchen Luft als dieſe Erſcheinung bewirkend betrachtet (vgl. S. 116); und wie wirkungslos auch die Aufſtellung dieſer Anſichten im Allgemeinen geblieben war: um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts ſprach doch wieder Pott in Deutſchland mit Beſtimmtheit davon, das Schwererwerden der Metalle bei der Verkalkung beruhe, wenn nicht darauf daß ſie dabei dichter werden, auf dem Zutreten ſchwerer Lufttheilchen.

Die vor Lavoiſier herrſchend geweſenen Theorien zogen mehr die qualitativen als die quantitativen Vorgänge in Betracht; zunächſt, und meiſtens ausſchließlich, waren es die erſteren Erſcheinungen, welche man zuſammenzufaſſen und zu erklären ſuchte. Von den früheſten Zeiten an, für welche man das Vorhandenſein chemiſcher Theorien kennt, bis nach der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts war Dies der Fall. Eigenſchaften der Körper ſuchte man aus den Annahmen über die Zuſammenſetzung derſelben zu erklären: durch die Hypotheſe eines ſchwefeligen und eines mercurialiſchen Beſtandtheiles in den Metallen

Digitized by Google

während des Mittelalters, durch die Lehre von den s. g. allgemein verbreiteten chemischen Principien in späterer Zeit, durch die vom Phlogiston, durch die von der Feuermaterie als dem Träger der Kaustricität in dem Aetzkalk und den ätzenden Alkalien, durch die von Einer Säure als einfachster, welche in allen Säuren als Ursache der gemeinsamen Eigenschaften derselben enthalten sei, u. s. w. Die Gewichtsverhältnisse wurden nur nebenbei in Betracht gezogen; aber doch wurde im Ganzen das Princip bereits anerkannt, daß das Schwererwerden einer Substanz bei chemischer Veränderung das Zutreten von Etwas zu ihr, das Leichterwerden derselben das Weggehen von Etwas von ihr anzeigt. Bestritten war die Gültigkeit dieses Principes allerdings von Denen, welche die Feuermaterie oder das Phlogiston als etwas absolut Leichtes, von der Erde weg Strebendes ansahen; aber diese Ansicht gehörte niemals zu den bei den Chemikern eigentlich herrschenden. Unklarheit und Verwirrung für die Anwendung dieses Princips war allerdings auch dadurch veranlaßt, wie Einige das Gewicht eines Körpers je nach dem Wechsel der Dichtigkeit desselben selbst für veränderlich hielten, Einzelne sogar es als durch Versuche festgestellt betrachteten, daß das Gewicht eines Körpers nach einer chemischen Veränderung desselben und dann bewirkter Zurückführung in den ursprünglichen Zustand ein anderes sein könne als vorher. Aber so gewiß alles Dieses in früherer Zeit und bis zu dem Sturze der Phlogistontheorie vorgekommen ist: im Ganzen war jenes Princip, dessen Geltendmachung gewöhnlich erst für eine spätere Zeit und speciell für Lavoisier beansprucht wird, schon viel früher erkannt und in Anwendung gebracht. Wie bestimmt hatte schon in der ersten Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts van Helmont hervorgehoben, daß Metalle nach dem Einführen in die verschiedenartigsten Verbindungen wieder mit den ursprünglichen Eigenschaften und namentlich mit dem ursprünglichen Gewicht abgeschieden werden können, und daß Dieses auch für andere Körper, z. B. Kieselerde, gilt; wie bestimmt betrachtete in der zweiten Hälfte desselben Jahrhunderts Boyle das Schwerer-

Digitized by Google

werden eines Körpers bei chemiſcher Veränderung deſſelben als zuverläſſig beweiſend, daß hierbei dem Körper Etwas zutrete, und gerade die ſichere Ueberzeugung von der Richtigkeit dieſes Princips war es ja, welche ihn die Gewichtszunahme bei der Verkalkung von Metallen als auf dem Zutreten von Feuermaterie — als dem Einzigen, was nach ſeiner Anſicht bei den von ihm angeſtellten Verſuchen zutreten konnte — beruhend betrachten ließ. Welche Irrthümer um das Ende des ſiebenzehnten, im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts in Beziehung auf quantitative Beſtimmungen begangen, in Erklärungen der quantitativen Verhältniſſe enthalten ſind: jenes Princip wird im Ganzen anerkannt, und weil Dies der Fall iſt, ſucht man Rechenſchaft für (nach damaliger Auffaſſung) ſcheinbar entgegenſtehende Thatſachen durch ſolche Behauptungen, daß das Gewicht eines Körpers auch von der Größe des durch ihn erfüllten Raumes abhänge, u. a., zu geben. Zu einer Zeit, wo die Phlogiſtontheorie noch gar nicht in Frage geſtellt war, geſchah Dies, z. B. bezüglich der Gewichtszunahme bei der Verkalkung von Metallen (vgl. S. 127 f.); aber namentlich iſt hier daran zu erinnern, wie ganz weſentlich die Berückſichtigung quantitativer Verhältniſſe und die Anerkennung des Princips, daß das Leichterwerden eines Körpers bei chemiſcher Veränderung deſſelben das Weggehen von Etwas und das Schwererwerden das Zutreten von Etwas anzeigt, Black ſchon damals richtig erkennen ließ, auf was der Unterſchied zwiſchen den ätzenden und den milden alkaliſchen Subſtanzen beruht (vgl. S. 58 f.). Und auch ſpätere hervorragende Vertheidiger der Phlogiſtontheorie haben die Gültigkeit dieſes Princips nicht mehr als in Frage kommend betrachtet. Niemand wird Cavendiſh, dieſen phyſikaliſch und mathematiſch ſo ausgebildeten Forſcher (er und Bergman beſaßen Kenntniſſe in der Mathematik, wie wohl nur höchſt wenige Chemiker vor und nach ihnen), Deſſen fähig halten, daß er bezweifelt habe, eine Verbindung wiege ſo viel als ihre Beſtandtheile zuſammengenommen; gerade das Gegentheil bezeugen ſeine, auch ſeine früheſten Arbeiten. Bergman ſprach es beſtimmt

Digitized by Google

aus, die Zunahme des Gewichtes eines Körpers könne nicht anders aufgefaßt werden, als so, daß demselben etwas anderes Materielles zutrete; und wenn er den absoluten Phlogistongehalt der Holzkohle, den Gehalt an Wärmestoff in der brennbaren Luft u. A. angeben zu können glaubte, so stützte er sich gerade darauf, daß ein Körper so viel wiegen müsse, als seine Bestandtheile zusammengenommen: Das, was ihm von dem Gewicht eines der genannten Körper bei seinen unrichtigen Ermittelungen Dessen, was sonst noch darin enthalten sei, ungedeckt blieb, betrachtete er als das Gewicht jener sonst noch darin angenommenen Bestandtheile ausdrückend; in Anerkennung und Anwendung der so eben hervorgehobenen Wahrheit glaubte er in einem Falle den Gehalt an Phlogiston, in einem anderen den an Wärmestoff aus der Differenz (dem Deficit) erschließen zu können.

In welchen Beziehungen die Gewichte von Verbindungen und die ihrer Bestandtheile stehen, war also unter der Herrschaft der Phlogistontheorie bereits erkannt. Die Anwendung dieser Erkenntniß führte, je nach der Genauigkeit der zu Grunde gelegten experimentalen Bestimmungen, bald zu richtigeren, bald zu irrigen Folgerungen über die Zusammensetzung gewisser Körper; zu einer Prüfung und Berichtigung der von Stahl aufgestellten Lehren über die Verbrennung und Verkalkung auf Grund dieser Erkenntniß war man in der von uns bisher betrachteten Zeit allerdings noch nicht gekommen. Aber daß die letzten Anhänger der Phlogistontheorie der Erfassung quantitativer Vorgänge keineswegs unzugänglich waren, zeigt uns außer dem schon in Erinnerung Gebrachten auch noch, daß hierauf Bezügliches von solcher Wichtigkeit, wie die Constanz der Aequivalenzverhältnisse verschiedener Säuren oder verschiedener Basen, durch Forscher aufgefunden worden ist, welche von der Wahrheit jener Theorie noch ganz überzeugt waren. Speciellere Angaben hierüber verschiebe ich indessen besser bis dahin, wo ich über die Erkenntniß der Regelmäßigkeiten zu berichten habe,

Digitized by Google

welche die Zuſammenſetzungsverhältniſſe chemiſcher Verbindungen beherrſchen.

Die vorhergehende Zuſammenſtellung läßt erſehen, was die Chemie in der Entwickelung, zu welcher ſie bis vor dem Sturze der Phlogiſtontheorie gekommen war, an Kenntniſſen beſaß, an Irrthümern feſthielt. Ich denke nicht, daß noch eine Hervorhebung einzelner Punkte nöthig wäre, darüber urtheilen zu laſſen, ob die Chemie ſchon damals als Wiſſenſchaft aufgefaßt, wiſſenſchaftlich betrieben wurde *). Dafür, daß man ſich hierüber be-

*) Aber nicht verſagen kann ich mir, das Urtheil hierher zu ſetzen, welches Berthollet in ſeiner Statique chimique (T. II, Paris 1803, p. 19 s.) bezüglich der Zeit fällte, die Lavoiſiers Eingreifen in die Chemie vorausging; er gedenkt dabei auch einzelner franzöſiſcher Chemiker, deren frühere Arbeiten noch unter Anerkennung der Phlogiſtontheorie ausgeführt waren, von ſeinen eigenen, ſelbſt ſo bedeutenden Leiſtungen aus dieſer Zeit ſchweigend. C'était une époque heureuse pour la chimie, ſagte Berthollet, que celle où Black venait de jeter les fondements de la théorie de la chaleur; où Priestley découvrait par des procédés nouveaux, un grand nombre de substances négligées jusque-là; où Cavendish alliait aux recherches les plus délicates de la chimie l'application d'une physique lumineuse; où Bergman ordonnait tous les procédés qui servent à diriger l'action chimique, et à en classer les effets; où Scheele découvrait des terres, des métaux, des acides, des combinaisons; où Guyton établissait une communication entre toutes les opinions, et les balançait; où Fourcroy commençait à proclamer avec éclat les découvertes rapides auxquelles il contribuait. Tout-à-coup les expériences de Lavoisier dévoilèrent une grande partie des phénomènes que les chimistes étaient obligés de laisser sans explication, ou dont ils ne donnaient qu'une interprétation incomplète, au moyen d'une supposition idéale à laquelle ils prêtaient l'importance de la réalité, et lui assurèrent la première place parmi les chimistes français. Sollte der Vorwurf unzureichender Sachkenntniß an

Digitized by Google

jahend ausspreche, sind in dem Vorstehenden wohl hinreichende Gründe enthalten, und es läßt auch wohl ersehen, wie viel schon vor Lavoisier richtig erkannt war, wie viel auch von allgemeineren Lehren bereits so ausgebildet war, daß es in die der Chemie durch Lavoisier gegebene Gestaltung, immer noch wichtige Grundlagen dieser Wissenschaft ausmachend, übergehen konnte und in ihr zunächst fortdauerte: mehr, als häufig angenommen wird. Die Chemie als Wissenschaft datirt nicht erst seit Lavoisier, wenn Dieser auch für fundamentale Fragen die bis dahin gegebenen Antworten als irrige nachwies und andere zur Anerkennung brachte, und wenn er auch einer anderen Forschungsweise, als die bis dahin vorzugsweise benützte war, Geltung verschaffte. Die Aufgabe der Chemie blieb unverändert, wie sie schon früher erfaßt war; aber die Mittel, diese Aufgabe zu lösen, wurden durch Lavoisier vervollkommnet und eine neue Lehre, die Zusammensetzung der verschiedenen Körper und die Deutung der wichtigsten Vorgänge betreffend, wurde durch ihn eingeführt. Eine Umgestaltung der Ansichten wurde durch Lavoisier innerhalb einer bereits bestehenden Wissenschaft bewirkt; diese Wissenschaft selbst aber wurde nicht erst durch diese Umgestaltung begründet, so wenig wie ein Staat erst mit einer Revolution, die auf dem vorher bereits geeinten Gebiete neue Grundsätze zur Geltung bringt und die Staatsform sich ändern läßt, seine Existenz beginnt. — Wie die Umwälzung in unserer Wissenschaft sich vollzog und die letztere in eine neue Zeit eingeleitet wurde, haben wir jetzt zu betrachten.

Berthollet zu richten sein, wenn Dieser von der Zeit, in welcher Lavoisier's Einfluß sich noch nicht geltend gemacht hatte, mehr rühmte, als es in neuerer Zeit im Anschluß an die Behauptung, daß die Chemie als Wissenschaft erst durch Lavoisier begründet worden sei, geschehen ist?

Digitized by Google

Die Reform der Chemie durch Lavoisier.

Was die Phlogistontheorie überhaupt der Chemie leisten konnte, hatte sie gegen den Beginn des letzten Viertels des vorigen Jahrhunderts erfüllt. Sehr gering hat man, was sie unserer Wissenschaft genützt habe, oft angeschlagen; daß sie aufgestellt wurde und längere Zeit herrschend war, ist von Vielen als ein Hinderniß für die Ausbildung der Chemie, nicht als eine Stufe des Vorschreitens bezeichnend betrachtet worden. Ob für die Entwickelung der Chemie der Durchgang durch eine solche Art der Zusammenfassung und Deutung von Thatsachen, wie sie diese Theorie gegeben hat, eine Nothwendigkeit gewesen sei oder eine Verirrung, läßt sich schwer entscheiden; das Erstere läßt sich nicht geradezu daraus schließen, wie der Entwickelungsgang in Wirklichkeit war, und das Letztere nicht durch Construction darthun, wie die Chemie in Verfolgung einer anderen Richtung früher auf eine Stufe habe gelangen können, auf welche sie sich erst später erhoben hat. Eher verdient vielleicht Beachtung, daß die vorzugsweise Berücksichtigung qualitativer Vorgänge, wie sie gerade in der Phlogistontheorie ihren Ausdruck fand, Dem habe vorausgehen müssen, daß auch die quantitativen Verhältnisse mit in Betracht gezogen werden konnten. Aber namentlich darf man für die Beurtheilung der Phlogistontheorie und wie sie auf die Förderung unserer Wissenschaft eingewirkt hat, nicht lediglich die Irrthümer der Zeit, wo diese Theorie Geltung hatte, der besseren Erkenntniß der späteren Zeit gegenüber stellen, sondern

Digitized by Google

auch an Das hat man zu denken, was jene Zeit, unter dem Einflusse der in ihr herrschenden Theorie, der wiederum ihr vorausgegangenen gegenüber an Fortschritten aufzuweisen hat.

Die Phlogistontheorie hatte in dem Anfange des vorigen Jahrhunderts, bei ungenügender Begründung und trotz aller Irrthümer welche sie einschloß, Erhebliches geleistet. Wie Dies auch für später aufgestellte und zu Ansehen gekommene Theorien der Fall war, selbst für jetzt noch leitende der Fall ist, stützte sie sich weniger auf einen strengen Beweis des ihr zu Grunde Liegenden als darauf, daß das Zugeständniß ihrer Behauptungen Uebersicht über viele Thatsachen, Zusammenfassung derselben in Form einer einfachen Erklärung, Voraussicht neuer Thatsachen gewährte. Aber Thatsachen von ganz anderer Ordnung als die, von welchen bei der Aufstellung der Phlogistontheorie ausgegangen war, traten später stärker hervor oder wurden dann gefunden, und vergeblich mühte man sich ab, auch für sie die Vorstellungen der älteren Lehre in befriedigender Weise in Anwendung zu bringen. Die Phlogistontheorie war schon um 1770 etwa unzureichend geworden, das während ihrer Herrschaft Erkannte zusammenzufassen und consequent zu deuten; und den in den nächstfolgenden Jahren selbst von ihren Anhängern ausgeführten Arbeiten gegenüber erwies sie sich noch mehr als unzulänglich. Das bezeugt die Uneinigkeit der Vertreter dieser Theorie zu jener Zeit, wie gewisse neu entdeckte Thatsachen in Uebereinstimmung mit derselben aufzufassen und zu erklären seien; das beweist, wie ganz anders im Vergleiche zu früher sich die Darlegung dieser Lehre gestaltet hatte. Stahl konnte noch seine Phlogistontheorie unter steter Anlehnung an Thatsachen, gleichsam aus denselben entwickeln: die Thatsachen in den Vordergrund stellen und aus ihnen jene Theorie in einfacherer Weise folgern. Für die Späteren war die Sache anders geworden; sie mußten durch die Theorie vorerst dafür befangen machen, daß man im Glauben an sie die Thatsachen kennen lerne und die von ihr gegebenen Deutungen acceptire; dem Unterricht in der Chemie, wie er ihn vorfand: wie derselbe in den Vorlesungen,

Digitized by Google

durch die Lehrbücher gegeben wurde, machte Lavoisier*) mit Recht den Vorwurf, daß vor dem Bekanntmachen mit Thatsachen schon allgemeine Lehren über die Grundstoffe u. A. gegeben werden, deren Verständniß die Bekanntschaft mit den Thatsachen voraussetzt (was allerdings, aber ohne daß jener Vorwurf dadurch entkräftet würde, in ähnlicher Weise auch noch in neuerer Zeit vorkommt). — Die späteren Anhänger der Phlogistontheorie erkannten allerdings nicht, daß diese nicht mehr genügte; immer noch glaubten sie an die von Becher und Stahl eingeschlagene Betrachtungsweise als an diejenige, mit welcher sich alles in der Chemie zu Findende in Uebereinstimmung müsse bringen lassen. Einem alternden Manne war das phlogistische System gegen das Ende seines Bestehens vergleichbar geworden, welcher vorzugsweise auf Das blickt und nur Das als maßgebend betrachtet, was er selbst in seiner besten Zeit gearbeitet hat, alles zu seiner Kenntniß kommende Neue den Lehren und Auffassungen anzupassen sucht, die er sich damals ausgebildet und seitdem für wahr gehalten hat, und alles Das für weniger erheblich hält, was mit jenen Auffassungen unverträglich ist.

Materialien, welche zu einer Umgestaltung des chemischen Lehrgebäudes Veranlassung hätten geben können, lagen schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts vor und mehrten sich in den folgenden Decennien; die Forschungsweise, welche Black zu einer berichtigten Erkenntniß der Beziehung zwischen den ätzenden und den milden alkalischen Substanzen geführt hatte, würde, wenn auf die Betrachtung der Beziehung zwischen den Metallen und den Metallkalken angewendet, auch für diese eine Widerlegung des bis dahin für wahr Gehaltenen ergeben haben. Aber an eine ernstliche Prüfung der einmal zur Geltung gekommenen Lehre über das Phlogiston und die Vorgänge, bei welchen man ihm eine Rolle zutheilte, dachten die bedeutendsten Repräsentanten der Chemie im dritten Viertel des vorigen Jahrhunderts

*) In der Vorrede zu seinem Traité de chimie.

Digitized by Google

nicht; sie waren von dem herrschenden Dogma befangen. Die Beseitigung des letzteren erfolgte auch nicht durch allmälige Berichtigung, so daß die Arbeiten mehrerer auf einander folgender Chemiker stufenweise zu derselben geführt hätten, sondern innerhalb kürzerer Zeit durch einen, in dem Verlauf eines Jahrzehntes etwa durch besseres Beachten früher schon bemerkter Thatsachen und das Hinzukommen verschiedener wichtiger Entdeckungen vorbereiteten Angriff auf dasselbe, dessen siegreiche Durchführung eine Umgestaltung des ganzen chemischen Systemes zur Folge hatte. Davon, daß für die Chemie eine Revolution nothwendig sei, hatte man schon früher gesprochen, aber in ganz anderer Richtung hatte man diese erwartet. Um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts findet man bei Solchen, welche eine Gleichstellung der Chemie mit anderen Zweigen der Naturwissenschaft noch vermißten, die Hoffnung geäußert, daß die bis dahin von der Physik gegenüber der Chemie beanspruchte Superiorität zurückgewiesen und das Verhältniß umgekehrt werden möge; für eine Revolution, welche Dies bewirke, müsse ein dazu ganz besonders begabter Mann erstehen*). Die Revolution kam, aber innerhalb der Chemie selbst; für Lavoisier, welcher sie durchführte, trifft Manches von Dem zu, was früher als Er-

*) In dem Artikel Chymie in der von Diderot und d'Alembert herausgegebenen Encyclopédie klagte Venel darüber, daß so häufig noch mißverstanden und unterschätzt werde, was die Chemie leisten solle und könne, und äußerte er sich über die Schwierigkeiten, welche der Berichtigung solcher irriger Ansichten im Wege stehen. Il est clair, sagte er da, que la révolution qui placeroit la chymie dans le rang qu'elle mérite, qui la mettroit au moins à côté de la physique calculée: que cette révolution, dis-je, ne peut être opérée que par un chymiste habile, enthousiaste et hardi, qui se trouvant dans une position favorable, et profitant habilement de quelques circonstances heureuses, sauroit réveiller l'attention des savans, d'abord par une ostentation bruyante, par un ton décidé et affirmatif, et ensuite par des raisons, si les premières armes avoient entamé le préjugé. Dieser neue Paracelsus habe zu behaupten: alle Irrthümer, welche die Physik verunstalten, kommen davon, daß die Physiker von der eigentlichen Grundlage der Physik: der Chemie, Nichts verstehen.

Digitized by Google

folg sichernd betrachtet worden war, aber mit Fähigkeiten war er auch ausgerüstet, welche weit über die vorher für erforderlich gehaltenen hinausgingen.

Lavoisier (1743—1794), dessen Frankreich mit Recht als eines seiner größten Forscher sich rühmt, hatte für seine wissenschaftliche Thätigkeit eine breite Basis gelegt. Mit verschiedenen Zweigen der Naturwissenschaft hat er sich beschäftigt: außer mit Chemie in jüngeren Jahren namentlich mit Botanik, Mineralogie, Astronomie; mit mathematischen Kenntnissen ausgerüstet trat er der Physik nicht nur näher, als die Meisten unter den Chemikern jener Zeit, sondern in einzelnen Theilen der Physik hat er als selbstständiger Förderer gewirkt. Aber namentlich für die Entscheidung chemischer Fragen brachte er Methoden und Hülfsmittel in Anwendung, welche, jetzt der Chemie als ganz zugehörig betrachtet, doch damals fast mehr als physikalische angesehen wurden. Charakteristisch ist allerdings, wie er öfters die Beantwortung einer chemischen Aufgabe auf die Feststellung einer physikalischen Eigenschaft zurückzuführen suchte: frühe schon z. B. die Bestimmung des Gehaltes der Lösung eines Salzes o. A. an dem letzteren auf die des specifischen Gewichtes der Flüssigkeit; einflußreicher aber war noch, wie er Bestimmungen, welche die meisten Chemiker der damaligen Zeit den Physikern überließen: genauere Wägungen und Messungen, in der Chemie selbst zu Ausgangspunkten für Schlußfolgerungen zu machen wußte, welche die Grundlehren der letzteren Wissenschaft betreffen: die Erkenntniß der chemisch einfachsten Körper und der Art, wie die übrigen aus den ersteren zusammengesetzt sind. Wohl hatten schon vor Lavoisier Viele unter den Chemikern Gewichtsbestimmungen, Viele auch Volumbestimmungen bei der Untersuchung gasförmiger Substanzen vorgenommen, aber Keiner — auch Cavendish nicht, welcher derartige Versuche mit einer für seine Zeit so hoch anzuschlagenden Genauigkeit auszuführen wußte — hat die in dieser Richtung zu

Digitized by Google

erhaltenden Resultate als solche erkannt und benutzt, welche zunächst die Stahl'sche Lehre entbehrlich machen und dann zur völligen Verwerfung derselben hindrängen.

Der physikalische Charakter, wenn ich mich so ausdrücken darf, der chemischen Untersuchungen Lavoisier's hebt die letzteren wesentlich vor denen weitaus der Meisten, die zu jener Zeit auf dem Gebiete der Chemie forschten, hervor. Unter den Letzteren waren hingegen Viele, deren Kenntnisse innerhalb gewisser Theile der Chemie die Lavoisier's überwogen. Dieser war in der Schule G. F. Rouelle's gebildet, eines verdienstvollen Chemikers und damals in Frankreich hochgeschätzten Lehrers unserer Wissenschaft. In der analytischen Chemie war man indessen zu jener Zeit in Frankreich nicht so weit vorgeschritten, als in anderen Ländern: als in Deutschland namentlich, wo Marggraf bereits die verschiedenen Säuren und Basen, selbst wenn sie nur in geringen Mengen vorhanden waren, mit großer Geschicklichkeit zu erkennen wußte. Daran wird man erinnert, wenn man in Lavoisier's früheren Arbeiten befremdende Angaben darüber z. B. findet, wie äußerst einfach, nur Ein Salz enthaltend, gewisse Mineralwasser zusammengesetzt seien, in welchen noch Anderes gelöst ist, was schon damals hätte nachgewiesen werden können, oder über die Bildung von Vitriolsäure (Schwefelsäure) bei der Verbrennung des Schwefels, u. A. Aber es wäre kleinlich, auf die Begehung solcher Irrthümer bei der Betrachtung eines Mannes Gewicht legen zu wollen, welcher für die Erkenntniß der Zusammensetzung der Körper so Eminentes geleistet hat: Umfassenderes als alle seine Zeitgenossen, wenn auch unter diesen Mehrere, namentlich Bergman und Scheele, mit den Hülfsmitteln der analytischen Chemie, was den Nachweis und die Unterscheidung einzelner Substanzen betrifft, sich vertrauter gezeigt haben. Jede Vergleichung wird indessen hier schwierig, sofern die Richtungen, in deren Verfolgung sich die Letztgenannten ausgezeichnet haben, nicht von Lavoisier in der Absicht selbstständigen Forschens eingeschlagen wurden, welcher seinerseits in ganz anderer Weise, über die

Digitized by Google

Hindernisse hinaus, welche eine weniger genügende Bekanntschaft mit gewissen Einzelnheiten Anderen hätte bereiten können, die Chemie vorwärts gebracht hat.

Lavoisier hat ein neues chemisches System innerhalb verhältnißmäßig kurzer Zeit zur Geltung gebracht durch eine Reihe eigener, in der Erkenntniß neuer Wahrheiten, in Sicherheit bezüglich der Darlegung derselben stetig vorschreitender Untersuchungen, und durch richtige Benutzung der von Anderen zu jener Zeit erhaltenen Resultate, welche er vielfach besser zu deuten wußte, als Die, welche sie gefunden hatten. Sehr wichtige Thatsachen, welche wesentlichste Materialien zu der Errichtung des Lavoisier'schen Systemes abgaben, wurden durch Andere entdeckt: wiederholt gerade zu der Zeit, wo Lavoisier ihrer zur Weiterführung der begonnenen Reform der Chemie bedurfte. Ich erinnere daran, daß Bayen 1774 die Aufmerksamkeit der Chemiker auf die Reducirbarkeit des s. g. Queckſilberkalkes ohne Zusatz einer als phlogistonhaltig betrachteten Substanz lenkte, daß Prieſtley in demselben Jahre das Sauerstoffgas entdeckte und Cavendiſh 1781 die Thatsache (daß Wasser das Product der Verbrennung des jetzt als Wasserstoff bezeichneten Gases ist), welche die Grundlage der Erkenntniß der Zusammensetzung des Wassers abgab. Was Lavoiſier solchen Entdeckungen Anderer für die Durchführung seines Systemes verdankte, ist oft unterschätzt, manchmal überschätzt worden. Wichtige Theile der Lehre, die er aufstellte und ausbildete, waren es allerdings, welche ihm durch diese Thatsachen bekannt wurden; theilweise die von Lavoiſier selbst bis dahin vergeblich gesuchten Antworten auf gewisse Fragen. Wohl kann man es als wahrscheinlich betrachten, daß sein Scharfsinn, sein methodisches Forschen ihn dieselben Thatsachen auch noch hätte finden lassen; indessen läßt sich auch andererseits sagen, zu der Zeit, wo Lavoiſier arbeitete, sei die Phlogistontheorie für die Erklärung der unabhängig von ihm entdeckten Thatsachen bereits so unzureichend geworden, daß sie der Beseitigung doch wohl nicht entgangen wäre. Solche Vermuthungen schmälern nicht das Verdienst Anderer, nicht das

Digitized by Google

Lavoisier's; aber die erstere Betrachtung kann leider Lavoisier nicht gegen den Vorwurf entschuldigen, daß er ihm bekannt gewordene Entdeckungen Anderer als von ihm selbstständig gemachte sich anzueignen gesucht hat*). — Welche Wichtigkeit

*) Das ist eine Trübung an dem wissenschaftlichen Charakter dieses großen Mannes, welche keine oratorische Schönfärberei, wie diese auch versucht worden ist, wegzuschaffen vermocht hat. Es handelt sich hier nicht einfach um Prioritätsstreitigkeiten im gewöhnlichen Sinne: ob Lavoisier oder ein Anderer Etwas früher entdeckt habe, sondern darum, ob Lavoisier Das, was ihm von Entdeckungen Anderer bekannt geworden war, benützt und verschwiegen oder so gedreht habe, daß ihm die Priorität oder doch die Selbstständigkeit der Entdeckung zuzuerkennen wäre. Leider kann man sich der Ueberzeugung nicht verschließen, daß Lavoisier in einer Anzahl von Fällen den Grundsätzen nicht treu geblieben ist, welche er selbst bezüglich der Wahrung Dessen, was Anderen angehört, ausgesprochen hatte (Il m'importe — schrieb er im Dezember 1771 bei der nachträglichen Mittheilung der Versuche eines Anderen über einen von ihm behandelten Gegenstand — que le Public soit convaincu, le plutôt possible, que je n'ai point l'intention de m'approprier le travail d'autrui; et je suis convaincu que la délicatesse en Littérature et en Physique n'est pas moins essentielle qu'en Morale; Journal de Physique, T. IV, p. 452). Lavoisier's Anhänger selbst haben sich bezüglich der wichtigsten Fälle dieser Art in einer Weise ausgesprochen, die ganz bezeichnend ist. Lavoisier, welcher 1774 in seinem Hause von Priestley mit der Entdeckung des später als Sauerstoff benannten Gases bekannt gemacht worden war, hat nachher, ohne den Letzteren zu nennen, die Entdeckung dieses Gases beschrieben und sie als selbstständig gemacht auch später noch beansprucht (vgl. außer dem in dem Folgenden Berichteten auch meine Geschichte der Chemie, III. Theil, S. 204 f.); Berthollet (Statique chimique, T. I, p. 6) nannte Priestley, und nur Diesen, als Entdecker des Sauerstoffs, und Lavoisier als Den, welcher sofort erkannt habe, in welche Verbindungen dieser Körper eingeht. Lavoisier hat in der Abhandlung über das Wasser als einen zusammengesetzten Körper, welche in die 1784 veröffentlichten Memoiren der Pariser Akademie für 1781 aufgenommen ist (Oeuvres, T. II, p. 334 ss.), seinen 1783 gemeinsam mit Laplace zum Zwecke der Ermittelung, was bei der Verbrennung der brennbaren Luft (des Wasserstoffgases) resultire, ausgeführten Versuch als einen selbstständig geplanten beschrieben und beiläufig bemerkt, von einem der Zuschauer bei demselben, Blagden, hätten sie erfahren, daß Cavendish bereits bei Versuchen, diese Luftart in geschlossenen Gefäßen zu verbrennen, eine

Digitized by Google

aber auch solche Resultate der Forschungen Anderer für Lavoisier haben mußten: sie sind an sich nicht das Grundgebäude

---

sehr merkliche Menge Wasser erhalten habe; aber nach Blagden's Angabe war Lavoisier, welcher früher wiederholt das Verbrennungsproduct des genannten Gases zu erkennen sich vergeblich bemüht hatte, zu der Anstellung jenes Versuches lediglich durch die Mittheilung veranlaßt worden, daß Cavendish gefunden habe, bei der Verbrennung der brennbaren Luft mit dephlogistisirter resultire Wasser, nichts Anderes, und zwar so viel dem Gewichte nach als das der verschwundenen Gase beträgt; Laplace bezeichnete jenen Versuch, wenige Tage nach der Ausführung desselben, einfach und ausdrücklich als eine Wiederholung des Cavendish'schen Versuches über die Umwandlung der dephlogistisirten und der brennbaren Luft zu Wasser durch Verbrennung derselben (in einem Briefe an Deluc: in der S. 89, Anmerk.** citirten Correspondenz Watt's p. 41); in der Berichterstattung über Lavoisier's Untersuchungen bezüglich der Zusammengesetztheit des Wassers, welche das Journal de physique (T. XXIII, p. 452) im Dezember 1783 brachte, war von jenem Versuche als von einem zunächst zur Prüfung, ob ein von Cavendish gefundenes Resultat richtig sei, unternommenen die Rede. — Lavoisier war mit der Literatur des Theiles der Naturwissenschaft, innerhalb dessen er thätig war, gut bekannt und ließ Dies selbst durch die geschichtlichen Einleitungen zu seinen Arbeiten und durch Uebersichten, welche er bezüglich der früheren Forschungen auf gewissen Gebieten gegeben hat, ersehen; wie hier diejenigen unter den früheren Leistungen, welche das von ihm Gefundene bereits ergeben hatten, gar nicht oder nur nachträglich genannt sind oder nach seiner Darstellung fast zurücktreten gegen die, welche eine auch von ihm als irrig bekämpfte Ansicht noch vertheidigten, ist ihm oft zum Vorwurf gemacht worden In seiner, in die Memoiren der Pariser Akademie für 1777 aufgenommenen Abhandlung über die Vereinigung des Wärmestoffs mit verdampfbaren Flüssigkeiten legt er dar, daß bei der Dampfbildung Wärme gebunden werde, und während er auf die Resultate einiger anderer Forscher Bezug nimmt, nach welchen Verdunstung von Temperaturerniedrigung begleitet ist, il oublie (sagt Fourcroy in dem Artikel Chimie der Encyclopédie méthodique) les travaux très-remarquables de Black, qui a véritablement ouvert le premier cette belle carrière aux chimistes, et dont sans doute il n'avoit pas connoissance. In der Abhandlung über die Zusammensetzung des Gypses, welche der Pariser Akademie 1765 vorgelegt wurde, (der ersten chemischen Arbeit, welche Lavoisier veröffentlichte), ist nicht erwähnt, daß Marggraf bereits 1750 die von Lavoisier gefolgerte Zusammensetzung dieses Minerals nachgewiesen hatte, und erst später (in einem Anhange zu der Ab-

Digitized by Google

der neueren Chemie abgebend, wie man Dies wohl manchmal behauptet hat, sondern sie wurden zu demselben erst durch Lavoi-

---

handlung, wie sie 1768 gedruckt wurde) gedachte Lavoisier dieser Arbeit Marggraf's als einer ihm nachträglich bekannt gewordenen. In seinen Opuscules physiques et chymiques hat Lavoisier 1774 bei der Darlegung Dessen, was über die Beziehung der milden alkalischen Substanzen zu den ätzenden gearbeitet war, die Leistungen Black's zu wenig, die der Vertheidiger der früheren Irrlehre (vgl. S. 57 f.) über Verdienst gewürdigt, um dann zu einer selbstständigen, mit der Ansicht Black's übereinstimmenden Entscheidung zu gelangen. Was die von Bayen 1774 über die Reducirbarkeit des Queckſilberkalkes ohne Zusatz einer s. g. phlogistonhaltigen Substanz veröffentlichten Untersuchungen an Anhaltspunkten für das Vorschreiten Lavoisier's in der Erkenntniß der Beziehung der Metallkalke zu den Metallen geboten haben (daß diese Anhaltspunkte erhebliche waren, geht aus dem im Folgenden zu gebenden Berichte hervor), ist von Lavoisier niemals so, wie es sich gebührte, anerkannt worden; wie bitter ist der Vorwurf, welchen Delametherie (1809; Journal de physique, T. LXIX, p. 63) gegen Lavoisier erhoben hat: Lavoisier voulant s'approprier la découverte de Bayen (parce qu'il n'étoit pas de l'Académie) sur la revivification du *précipité rouge*, ou oxide de mercure, sans addition de matière charbonneuse, et ce qu'il disoit contre la doctrine du phlogistique, celle de Cavendish sur la composition de l'eau, ne parla jamais de ces belles expériences. Je réclamai pour eux: il ne me l'a jamais pardonné. — Wie Lavoisier den Arbeiten Früherer, sofern sie die von ihm erhaltenen Resultate bereits ergeben hatten, Anerkennung versagt habe, ist hart beurtheilt worden, und Mißtrauen ist geäußert worden selbst in einzelnen Fällen, welche in ähnlicher Weise bei Anderen vorgekommen wohl kaum dazu Veranlassung gegeben hätten. Läßt man gerne, wo Dies nur angeht, die Möglichkeit günstigerer Deutung gelten — und für mehrere der letzterwähnten Fälle kann man es —, so ist diese doch für die Beanspruchung anderer und wichtigerer Entdeckungen Seitens Lavoisier's abgeschnitten. Es ist geradezu peinlich, zu sehen, wie Lavoisier öfters auch da, wo ihm die Verdienste Anderer ganz gut bekannt sind, einer Anerkennung derselben entgegentritt Bergman hatte z. B. 1780 es klar eingesehen und ausgesprochen, daß die Metalle nicht als solche sondern nur verkalkt (was er als auf Weggang des Phlogistons aus den Metallen beruhend betrachtete) sich mit Säuren vereinigen und durch diese gelöst werden; Lavoisier war damit, wie Bergman diese Einsicht erfaßt und benutzt hatte, bekannt (seine bis zu 1785 veröffentlichten Abhandlungen über die Lösung der Metalle in den Säuren und über die Fäll-

Digitized by Google

sier im Vereine mit den Ergebnissen seiner eigenen Arbeiten gefügt. Mag man auch sagen, daß die Methode, welche Lavoisier zu der Berichtigung der Ansichten über die Verbrennung und damit zu der Umgestaltung des chemischen Systemes führte, die bereits für die bessere Erkenntniß eines anderen Gegenstandes von Black (vgl. S. 59 f.) benutzt gewesene war, daß nicht Lavoisier zuerst die Unzulänglichkeit früherer Versuche und Erklärungen eingesehen habe, daß Ansichten, wie er selbst sie im Beginne seiner reformatorischen Thätigkeit gehegt, schon vor ihm ausgesprochen worden waren und daß der Erfolg dieser Thätigkeit großentheils auf der Kenntniß von Thatsachen beruhte, die von Anderen entdeckt wurden: kein Anderer als Lavoisier hatte doch damals sich soviel Unabhängigkeit gewahrt, einzusehen, daß die Verbrennungs- und Verkalkungsvorgänge ohne Annahme des Phlogistons erklärt werden können, und zugleich die Befähigung, stufenweise zu einer besseren und dann vollständigen Erklärung zu gelangen; kein Anderer war damals, welcher die zu jener Zeit gemachten Entdeckungen so richtig zu deuten*), so sie

---

ungen der Metalle unter einander enthalten den Beweis dafür, zugleich mit dem Vorwurf, daß kaum Einer der hier zugleich mit Bergman genannten Chemiker über das Wesen der Verkalkung eine richtigere Vorstellung gehabt habe), aber wo er 1789 in seinem Traité de chimie darlegt, daß die Metalle sich nicht als solche sondern nur oxydirt mit Säuren vereinigen und durch diese gelöst werden, wobei eine Zersetzung der Säure oder des Wassers statt habe, erwähnt er zwar Bergman's, jedoch nur um zu sagen, daß diese einfache Wahrnehmung selbst diesem berühmten Chemiker entgangen sei. — Gewiß, was Lavoisier in der hier besprochenen Beziehung zur Last fällt, haben auch Andere verschuldet: vor ihm und nach ihm, wie denn noch die neuere Zeit der Beispiele nicht ermangelt, daß die Verdienste Anderer geflissentlich verkleinert werden; aber bei einem Manne von Lavoisier's wissenschaftlicher Größe tritt diese Art des Verfahrens doppelt bemerklich und doppelt betrübend hervor.

*) In ausgedehnterer Weise gilt für Lavoisier, was er in einem einzelnen Falle ausgesprochen hat, nach der Erwähnung, daß vielleicht alle hier von ihm in Betracht gezogenen Versuche von Priestley beansprucht werden könnten (in der Abhandlung über das Vorhandensein

Digitized by Google

zu vervollständigen und weiter zu verfolgen wußte; jedem seiner Zeitgenossen standen die von früher überkommenen und wichtige neu beigebrachte Materialien auch zur Verfügung, aber Keiner wußte mit ihnen und den selbstständig gewonnenen ein chemisches System aufzubauen, dessen Anerkennung der Ausgang für die spätere Vervollkommnung unserer Wissenschaft geworden ist. Lavoisier hat das ganze Verdienst, Dies gethan zu haben: zu der Erfassung richtiger Ansichten hat er die Geltendmachung derselben gefügt; die Reife, zu welcher er seine eigene Ansicht gebracht, hat er nach schwerem Kampf auch den Anderen, welche gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts die Chemie repräsentirten, und unserer Wissenschaft in der ganzen Art ihres Dastehens mitgetheilt. Nicht bloß danach, was er erkannte, haben wir die Größe seiner Leistung zu schätzen, sondern ein Maß für dieselbe giebt uns auch der Widerstand ab, welchen er den Chemikern seiner Zeit und namentlich allen bedeutenderen gegenüber bei dem Festhalten Derselben an der älteren Lehre zu überwinden hatte. Groß genug ist diese Leistung, der für sie versuchten Uebertreibungen nicht zu bedürfen; groß genug auch, nicht von solchen Verkleinerungen berührt zu werden, wie man sie diesen Uebertreibungen entgegengestellt findet.

Lavoisier's Eingreifen in die Chemie, und namentlich wie er an die Reform der Grundlehren derselben kam, ist manchmal in einer Weise geschildert, ich möchte sagen construirt worden, welche Dem nicht entspricht, was uns die aus jener Zeit zugekommenen Urkunden lehren. Als ein Forscher ist Lavoisier hingestellt worden, der gleichsam im vollen Bewußtsein, welche Mission er zu erfüllen habe, und von dem Irrthume

von Luft in der Salpetersäure, welche in die Memoiren der Pariser Akademie für 1776 aufgenommen ist; Oeuvres, T. II, p. 130): J'espère que, si on me reproche d'avoir emprunté des preuves des ouvrages de ce célèbre physicien, on ne me contestera pas au moins la propriété des conséquences.

Digitized by Google

der Phlogistontheorie nie befangen aufgetreten sei, Licht in die Chemie zu bringen; schon zu der Zeit, wo er zuerst Fragen behandelte, welche bis dahin dieser Theorie gemäß beantwortet wurden, seien im Wesentlichen in ihm die Ansichten festgestellt gewesen, deren Formung und Entwickelung, deren Begründung und Benutzung zur Ableitung von Schlußfolgerungen ihn in der nachfolgenden Zeit beschäftigt habe. Ich halte diese Auffassung nicht für die richtige, so wenig als die, nach welcher Lavoisier die Phlogistontheorie deßhalb unbefangen betrachtet und verworfen haben soll, weil er kein schulgerecht ausgebildeter, mit der vor ihm herrschenden Lehre ganz vertraut gemachter Chemiker gewesen sei. — Lavoisier hatte die Chemie so kennen gelernt, wie sie zu der Zeit, wo er sie studirte, in Paris dem älteren Systeme gemäß gelehrt wurde; auch er bekannte sich, wie Dies ganz natürlich war, zunächst zu den Grundsätzen desselben, und nur allmälig, wenn auch innerhalb verhältnißmäßig weniger Jahre, kam er von diesem System ab und schließlich zu einem entgegengesetzten. Ich habe schon (S. 86 f., Anmerk.) Einiges darüber mitgetheilt, wie ungleich Lavoisier's Urtheile über den Werth der Phlogistontheorie zu verschiedenen Zeiten waren; wichtig genug erscheint mir die Verfolgung der allmäligen Umgestaltung seiner Ansichten, daß ich zur Vervollständigung des bereits Gesagten zunächst den nachstehenden Ueberblick gebe, für welchen ich etwas speciellere Nachweise nicht fehlen lassen darf.

In dem Beginne seiner selbstständigen Beschäftigung mit der Chemie, 1765*), sprach Lavoisier von dem Phlogiston, das in den Kohlen oder in dem öligen Destillationsproducte des Holzes enthalten sei und sich mit Vitriolsäure zu Schwefel vereinige, ohne einen Zweifel an der Existenz jenes Grundbestand-

*) In seiner ersten vor der Pariser Akademie gelesenen, 1768 veröffentlichten Abhandlung, welche die Analyse des Gypses zum Gegenstande hat (Oeuvres, T. III, p. 124).

Digitized by Google

theiles zu äußern. 1772*) schien ihm allerdings die Natur Dessen, was man Phlogiston nenne, noch nicht als ganz genügend erkannt, aber Nichts findet sich hier gesagt, was als eine auch nur indirecte Bestreitung der Existenz des Phlogistons gedeutet werden könnte, und ebenso wenig ist Dies der Fall für die Notiz, welche er später als die Aufstellung seiner neuen Verbrennungstheorie einleitend betrachtet hat**). Noch 1774***) hielt er es bei der Besprechung der Entwickelung eines Gases bei der Reduction eines Metallkalkes mittelst Kohle für möglich, daß die letztere dem Metalle das bei der Verkalkung verlorene Princip der Brennbarkeit wiedergebe, während sie gleichzeitig einer in dem Metallkalke fixirten Substanz das Princip zuführe, welches die Annahme des Gaszustandes für dieselbe bedinge; und er betonte damals ausdrücklich, daß diese Betrachtungsweise wohl mit Stahl's Vorstellungen verträglich sei. Selbst 1775****)

*) In der Abhandlung über das Elementarfeuer, welche Bemerkungen über Versuche enthält, die man mittelst Brennspiegel ausführen könne (Oeuvres, T. III, p. 262).

**) Ich meine die 1772 an die Pariser Akademie gemachte Mittheilung, daß Schwefel und Phosphor bei dem Verbrennen an Gewicht zunehmen in Folge der Absorption von Luft, und daß Luftabsorption auch bei der Verkalkung von Metallen die Ursache der stattfindenden Gewichtszunahme sei (Oeuvres, T. III, p. 103). Wenn Lavoisier an dem Ende seiner Laufbahn (in einer wohl um 1792 geschriebenen historischen Darlegung bezüglich der Ansichten über die Gewichtszunahme bei der Verkalkung der Metalle, welche erst nach seinem Tode veröffentlicht wurde) unter Bezugnahme auf jene Mittheilung sagt (Oeuvres, T. II, p. 104): Il est aisé de voir que j'avais conçu, dès 1772, tout l'ensemble du système que j'ai publié depuis sur la combustion, so trifft Dies, sofern das neue System die Annahme des Phlogistons geradezu verwarf, nach dem oben Erinnerten nicht ganz zu.

***) In den Opuscules physiques et chymiques (Oeuvres, T. I, p. 612).

****) In der Abhandlung über die Natur der Substanz, welche sich mit den Metallen bei ihrer Verkalkung vereinigt: Rozier's Journal de physique (o. Observations sur la physique, sur l'histoire naturelle etc.), T. V, p. 429 ss. (Maiheft 1775). In der späteren Redaction dieser Abhandlung, wie dieselbe in die Memoiren der Pariser Akademie für 1775 aufgenommen ist, findet sich allerdings nicht mehr alles Das, was in der ursprünglichen die Anerkennung des Phlogistons bezeugte.

Digitized by Google

sprach er noch von dem Phlogiston und von phlogistonhaltigen Körpern in derselben Weise, wie seine an die Existenz jenes Stoffes glaubenden Zeitgenossen. 1776*) äußerte er sich, daß man für die Erklärung gewisser Thatsachen (die Reduction des mittelst Salpetersäure verkalkten Quecksilbers durch Erhitzen ohne Zusatz) nach der Phlogistontheorie dem Phlogiston andere Eigenschaften beilegen müsse, als Dies Stahl gethan habe; 1777**) kündigte er der Pariser Akademie an, er stehe auf dem Punkte, durch eine Reihe von Versuchen die Lehre Stahl's von dem Phlogiston zu bekämpfen, und in demselben Jahre legte er***) der Akademie seine Theorie der Verbrennung als eine neue, der von Stahl direct entgegengesetzte vor, und machte er geltend, daß das Phlogiston nur etwas Angenommenes, nicht etwas Nachgewiesenes sei: Etwas, dessen Annahme durch seine neue Theorie, welche er nur als eine wahrscheinlichere Hypothese gebe, entbehrlich werde. In einem 1780 vor der Akademie gelesenen Aufsatz****) erkannte Lavoisier an, daß auch die Vertheidiger der Phlogistontheorie für die bei Einwirkung der Salpetersäure auf Phosphor statthabenden Vorgänge eine, wie er sagte, sehr plausibele Erklärung geben könnten, welche aber unbewiesene Annahmen bezüglich des Gehaltes verschiedener Körper an Phlogiston zu machen habe, und wiederum beschränkte er ausdrücklich Das, was man von seiner eigenen neuen Theorie erwarten dürfe, darauf, daß sie ohne Annahme des Phlogistons die chemischen Vorgänge erklären könne. Aber nachdem Lavoisier mit der Zusammensetzung des Wassers bekannt geworden

*) In seiner Abhandlung über die Existenz von Luft in der Salpetersäure (Oeuvres, T. II, p. 137 s.)

**) In seiner Abhandlung über die Verbrennung der Kerzen in atmosphärischer und in eminent athembarer Luft (Oeuvres, T. II, p. 190).

***) In seiner Abhandlung über die Verbrennung im Allgemeinen (Oeuvres, T. II, p. 225).

****) In der im März 1780 vor der Akademie gelesenen, in die Memoiren derselben für dieses Jahr aufgenommenen Abhandlung über ein eigenthümliches Verfahren, den Phosphor ohne Verbrennung zu Phosphorsäure umzuwandeln (Oeuvres, T. II, p. 281 s.)

Digitized by Google

war, nahmen seine Angriffe gegen die Phlogistontheorie einen anderen Character an. In einer Abhandlung, welche nicht vor 1783 geschrieben ist*), sprach er davon, daß er in den seit einigen Jahren der Pariser Akademie gemachten Mittheilungen das Wort Phlogiston kein einziges Mal gebraucht habe: deßhalb nicht, weil das Phlogiston etwas ganz Hypothetisches sei, dessen Annahme in der Chemie dieser nicht zum Vortheil gereicht, sie vielmehr weniger verständlich gemacht habe; und er kündigte hier an, in der Folge werde er auf jede Art zu zeigen suchen, daß die Existenz des Phlogistons nicht erwiesen sei und man der Annahme desselben entbehren könne; doch sei, was er hierüber zu sagen habe, noch nicht zur Reife gediehen. Einen stärkeren Angriff gegen das Phlogiston führte er bald nachher aus**): er bekämpfte jetzt die Annahme des Phlogistons als eine, die für die Chemie geradezu verderblich gewesen sei, und wenn er auch Stahl noch zugestand, daß Derselbe die Analogie zwischen Verkalkungs- und eigentlichen Verbrennungsvorgängen erkannt und die Uebertragung der Verbrennlichkeit von einem Körper auf einen anderen entdeckt habe, so wies er doch in ausführlichster und schärfster Kritik die von Stahl gegebene, von den Nachfolgern Desselben ausgebildete Phlogistontheorie als eine solche nach, die einerseits eine ungerechtfertigte Annahme mache und andererseits eine genügende Erklärung der Thatsachen nicht zu geben vermöge; gegen die neu aufgestellte, von der Annahme des Phlogistons ganz absehende Verbrennungstheorie sei die ältere aufzugeben. Und zu dieser Zeit konnte Lavoisier bereits da-

*) Allgemeine Betrachtungen über die Auflösung der Metalle in Säuren. Die Abhandlung (Oeuvres, T. II, p. 509 ss.) erschien in den Memoiren der Pariser Akademie für 1782, welche jedoch erst 1785 veröffentlicht wurden; in dieser Abhandlung wird auf die Zusammensetzung des Wassers, welche Lavoisier erst 1783 bekannt wurde, bereits Bezug genommen.

**) In seinen Erwägungen über das Phlogiston (Oeuvres, T. II, p. 623 ss.). Diese Abhandlung ist in die Memoiren der Pariser Akademie für 1783 aufgenommen, welche 1786 veröffentlicht wurden.

Digitized by Google

von sprechen, daß diese seine neuen Ansichten mehr und mehr an Verbreitung und Zustimmung gewinnen.

Wie sich durch einzelne Arbeiten Lavoisier's und das Eingreifen der Entdeckungen Anderer dieser Umschwung der Ansichten bei dem Ersteren, bei seinen Zeitgenossen vollzog, haben wir nach diesem vorläufigen Ueberblick jetzt genauer zu betrachten, und zwar ist hier, selbst auf die Gefahr einiger Weitläufigkeit hin, eine eingehendere Berichterstattung nothwendig, soll klarer hervortreten, wie in jener für die Geschichte unserer Wissenschaft so denkwürdigen Zeit Lavoisier in der Erkenntniß der chemischen Erscheinungen vorschritt und welche Beihülfe ihm durch die Arbeiten Anderer gewährt wurde*).

*) Bei der Besprechung der Arbeiten Lavoisier's kommt selbstverständlich die Zeit, zu welcher jede einzelne in die Entwickelung der Chemie eingriff, erheblichst in Betracht. Seine Abhandlungen sind größtentheils durch Mittheilung an die Pariser Akademie und durch Veröffentlichung in den Memoiren derselben bekannt geworden; es ist zu beachten, daß der Jahrgang dieser Memoiren, in welchem eine Abhandlung steht, keineswegs als das Jahr der Veröffentlichung oder auch nur der Abfassung derselben angebend zu betrachten ist. Die Memoiren wurden damals um mehrere Jahre (bis zu vier Jahren) verspätet veröffentlicht, aber was namentlich verwirrend gewirkt hat, ist, daß sehr häufig in die Sammlung, welche als die Abhandlungen eines gewissen Jahres enthaltend bezeichnet ist, auch solche aufgenommen sind, die in der Zwischenzeit umgearbeitet oder selbst erst beträchtlich viel später geschrieben worden waren, und zwar ohne daß die dafür nöthigen Angaben gewahrt wären, ersehen zu lassen, wann eine Abhandlung der Akademie vorgelegt worden wäre, oder was die erste Vorlage enthalten und was spätere Redaction zugefügt oder abgeändert habe. Einzelne Notizen, anderswo erschienene Mittheilungen, namentlich aber der Inhalt selbst geben in mehreren Fällen einige Auskunft (aber keineswegs immer genügende) oder Anhaltspunkte zu Vermuthungen; öfters läßt sich ersehen, daß eine Abhandlung einer späteren Zeit erst angehört, als der sie enthaltende Jahrgang der Memoiren es erwarten läßt, während ich mich für die hier in Betracht kommenden Arbeiten kaum einer erinnere, welche etwa einem späteren Jahrgange der Memoiren zugewiesen worden wäre. — Wo es hier auf genaueren Nachweis von Aussprüchen Lavoisier's ankommt, habe ich nach der Ausgabe seiner Werke, welche von 1862 an zu Paris erschienen ist, citirt.

Digitized by Google

Lavoisier begann seine chemische Thätigkeit mit einigen Arbeiten, welche zu der Reform der Chemie in keiner näheren Beziehung stehen. Weder nach dem Gegenstande noch nach der in Anwendung gebrachten Methode hängt die Untersuchung über die Zusammensetzung des Gypses (1765 der Pariser Akademie vorgelegt, 1768 veröffentlicht) mit Dem zusammen, was er später so Großes geleistet hat. Dieses knüpft auch an seine, in den Memoiren der Pariser Akademie für 1770 veröffentlichte Untersuchung über die Natur des Wassers und die Versuche, welche die Umwandlung desselben in Erde beweisen sollen (vgl. S. 114), was den Gegenstand betrifft, noch nicht an, aber die Methode, deren er sich später mit so vielem Erfolge bediente, findet sich hier bereits angewendet: auf chemische Fragen die Wage die Antwort geben zu lassen. Daß Das, was in das Wasser bei dem Erhitzen desselben in Glasgefäßen übergeht und dann nach dem Eindampfen als erdiger Rückstand erhalten wird, nicht durch eine Umwandlung des Wassers in Erde entstanden sondern dem Glas entzogen ist, zeigte Lavoisier nicht durch die qualitative Feststellung der Identität Dessen, was hier als s. g. Erde zum Vorschein kommt, mit dem in der Glassubstanz Enthaltenen*), sondern durch den Nachweis, daß bei längerem Erhitzen von Wasser in einem dicht verschlossenen Glasgefäße das Gewicht des Ganzen sich nicht ändert, das Glasgefäß selbst aber dann einen Gewichtsverlust erlitten hat, welcher innerhalb der Versuchsfehler dem Gewichte des nun aus dem Wasser als s. g. Erde zu Erhaltenden entspricht.

Die Arbeiten Lavoisier's, welche auf die Lehre von der Verbrennung directen Bezug haben, beginnen 1772. Im November dieses Jahres hinterlegte er bei der Pariser Akademie eine, im Mai des folgenden Jahres eröffnete Notiz, in welcher

*) Scheele entschied einige Jahre später die Streitfrage in dieser Weise in demselben Sinne wie Lavoisier; der Letztere bekannte, daß seine Versuche zur Feststellung, welcher Art das aus dem Wasser in der angegebenen Weise erhaltene Erdige sei, resultatlos geblieben seien.

Digitized by Google

er angab, wenige Tage vorher entdeckt zu haben, daß der Schwefel bei dem Verbrennen an Gewicht nicht ab- sondern zunehme (ein gewisses Gewicht Schwefel gebe, abgesehen von der Feuchtigkeit der Luft, ein größeres Gewicht Vitriolsäure) und für den Phosphor Dasselbe statthabe; die Gewichtszunahme beruhe hier darauf, daß eine sehr große Menge Luft bei der Verbrennung fixirt werde und sich mit den Dämpfen vereinige. Diese Entdeckung habe ihn vermuthen lassen, daß Das, was er für den Schwefel und den Phosphor festgestellt habe, auch bei allen Körpern stattfinden könne, deren Gewicht durch Verbrennung oder Verkalkung vergrößert werde, und er habe sich überzeugt, daß die Gewichtszunahme bei der Verkalkung der Metalle auf derselben Ursache beruhe: bei der Reduction von Bleiglätte entwickele sich eine sehr beträchtliche Menge Luft. Diese Entdeckung glaube er als eine der interessantesten seit Stahl gemachten sich sicheren zu sollen.

Speciellere Angaben über die Versuche, von welchen er in dieser Notiz spricht, machte Lavoisier damals nicht. In näherer Verknüpfung mit dem hier in Angriff genommenen Problem stand auch nicht die von ihm bald nachher gemachte Mittheilung über Versuche *), welche die Verbrennung des Diamantes und die Bildung von fixer Luft (Kohlensäure) bei derselben zum Gegenstande haben. — Auf die Verbrennung und Verkalkung Bezügliches findet sich zunächst in dem Werke, welches Lavoisier unter dem Titel: Opuscules physiques et chymiques 1774 veröffentlichte, das aber bereits gegen das Ende des Jahres 1773 der Pariser Akademie zur Beurtheilung vorgelegt war. Der erste Theil dieses Werkes enthält eine historische Darlegung der Arbeiten über die Entwickelung luftförmiger Körper bei der Verbrennung, der Gährung und dem Aufbrausen; der zweite bringt neue Untersuchungen über die Existenz einer in einigen Substanzen fixirten elastischen (d. i. der Annahme der Luftform fäh-

*) Sie sind 1773 angestellt; die Abhandlung ist in die Memoiren der Pariser Akademie für 1772 aufgenommen.

Digitized by Google

igen) Flüssigkeit und über die Erscheinungen, welche aus der Entwickelung oder Fixirung derselben resultiren.

Diese neuen Untersuchungen haben zunächst als Gegenstand die Existenz einer solchen elastischen Flüssigkeit in Kalk und Alkalien, und im Zusammenhange hiermit die Beziehungen zwischen den alkalischen Substanzen in dem ätzenden und in dem s. g. milden Zustand; sie bestätigen, was Black hierüber gelehrt hatte. Dann wendet sich Lavoisier zu der Besprechung der Vereinigung der in dem Kalk und den Alkalien enthaltenen elastischen Flüssigkeit mit den metallischen Substanzen durch Fällung; er kündigt an, daß er auf Grund zahlreicher Versuche glaube, diese Luftart sei einer solchen Vereinigung fähig und sie sei zum großen Theile das Princip, welches für die metallischen Niederschläge die Gewichtszunahme verursache, den Metallen den Glanz nehme und sie zu Kalken umwandele. Er beschreibt Versuche über die Fällung von Metalllösungen, welche bekannte Gewichte Metall (Quecksilber oder Eisen) enthielten, mittelst Kreide oder Aetzkalk; die Niederschläge wogen mehr als das Metall, und die Gewichtszunahme war größer bei der Fällung mit Kreide als bei der mit Aetzkalk; als Ursache betrachtet er das Zutreten der in der Kreide in reichlicherer Menge, in dem Aetzkalk immer noch wenn auch in geringerer Menge enthaltenen elastischen Flüssigkeit. Dieses Resultat veranlaßt ihn zu weiterer Beschäftigung mit der Frage, ob und wie die Metalle sich mit einer elastischen Flüssigkeit vereinigen können. Er vermuthet, daß die Luft der Atmosphäre oder eine in derselben enthaltene elastische Flüssigkeit fähig sei, sich mit den Metallen zu verbinden, und daß auf dem Zutreten dieser Substanz zu den Metallen die Verkalkungsvorgänge und namentlich die Gewichtszunahme bei der Verkalkung beruhen. Aeltere Erfahrungen über die Nothwendigkeit des Luftzutritts bei der Verkalkung, ältere Angaben, daß bei der Reduction von Metallkalken ein Aufbrausen bemerkbar sei, bestärken ihn in dieser Vermuthung, welche er nun durch eigene Versuche außer Zweifel zu stellen sucht. Er constatirt durch diese, daß die Reduction von Mennige durch Erhitzen mit

Digitized by Google

Kohle in der That unter Entwickelung elastischer Flüssigkeit vor sich geht; ferner, daß die letztere nicht aus der angewendeten Kohle stammen könne (er ermittelte, daß das Gewicht der wirklich zur Reduction verbrauchten Kohle viel weniger betrage, als das Gewicht der entwickelten elastischen Flüssigkeit, letzteres Gewicht niedrigst angeschlagen; ferner, daß Kohle für sich selbst noch stärker erhitzt keine in Betracht kommende Menge solcher Flüssigkeit entwickelt). Diese Resultate zusammen mit einer älteren Angabe, daß Mennige für sich erhitzt nur sehr wenig Luft ausgebe, lassen Lavoisier schließen, daß die bei der Reduction entwickelte elastische Flüssigkeit aus der Vereinigung der Kohle mit der Mennige resultire, und er fragt sich jetzt, ob die zur Metallreduction angewendeten kohligen Substanzen wirklich, so wie es die Stahl'sche Schule denke, den Metallen das bei der Verkalkung verlorene Phlogiston wiedergeben oder ob sie in die Zusammensetzung der elastischen Flüssigkeit eintreten. Hierüber könne seiner Ansicht nach die Wissenschaft bei ihrem dermaligen Zustande noch nicht entscheiden; aber wenn jede elastische Flüssigkeit die Verbindung eines festen oder flüssigen Körpers mit einem brennbaren Princip oder vielleicht mit der reinen Feuermaterie sei und auf dieser Verbindung der elastisch-flüssige Zustand beruhe, so könne eine reducirende Substanz wesentlich in der Art wirken, daß sie dem in dem Metalle fixirten Theil einer elastischen Flüssigkeit das zur Annahme des elastisch-flüssigen Zustandes nöthige Phlogiston oder die Feuermaterie wiedergebe; und wenn auch von Stahl's Lehre abweichend sei diese Ansicht doch vielleicht mit derselben verträglich, sofern dann die Kohle bei der Reduction von Metallkalken einerseits diesen das Phlogiston zutreten lasse, welches bei der Verkalkung des Metalles ausgetreten sei, andererseits Dem, was der Metallkalk noch fixirt enthalte, das die Annahme des elastisch-flüssigen Zustandes Bedingende zuführe. Aber über einen so schwierigen Gegenstand könne man sich nur mit größter Behutsamkeit aussprechen, und nur die Zeit und die Erfahrung können die Meinungen darüber zu festeren werden lassen. — Lavoisier be-

Digitized by Google

schreibt dann noch mehrere Versuche über die Verkalkung von Blei und Zinn in abgesperrten Volumen Luft; die hierbei rückständig bleibende Luft findet er von der bei den vorbesprochenen Metallreductionen (mittelst Kohle) sich entwickelnden verschieden. Als Resultate dieser Versuche spricht er aus, daß die Verkalkung in abgeschlossenen Räumen weniger leicht vor sich gehe als an freier Luft; daß die Verkalkung dann selbst Grenzen habe, über welche sie, innerhalb einer und derselben Luftmenge, nicht hinausgebracht werden könne; daß in dem Maße, wie die Verkalkung vor sich gehe, die Luft Volumverminderung erleide und die letztere nahezu der Gewichtszunahme des Metalles proportional sei; daß Dies einen weiteren Beweis dafür abgebe, daß bei der Verkalkung der Metalle eine elastische Flüssigkeit denselben zutrete und die Fixirung der letzteren die Ursache der Gewichtszunahme sei; daß mehrere Umstände dafür zu sprechen scheinen, daß nicht die ganze Luft, welche wir athmen, dazu geeignet sei, in die Zusammensetzung der Metallkalke einzugehen, sondern daß eine besondere elastische Flüssigkeit der Luft beigemischt sei und daß nach der Entziehung derselben aus abgesperrter Luft Verkalkung nicht mehr statthaben könne. Die Möglichkeit einer Verkalkung in dichtgeschlossenen luftleeren Gefäßen wird indeß von Lavoisier noch nicht geläugnet, wohl aber bemerkt, daß diese dann ohne Gewichtsvermehrung und somit unter ganz anderen Umständen als bei der Verkalkung an der Luft statthaben müsse; eine solche Verkalkung sei vielleicht ein einfaches Austreten von Phlogiston aus dem Metall in dem Sinne Stahl's. Lavoisier erwähnt noch anhangsweise, daß er bei der Anstellung der so eben besprochenen Versuche früher schon von Priestley beschriebene über die Verkalkung der Metalle in abgesperrten Lufträumen nicht gekannt habe, welche gleichfalls Volumverminderung der Luft ergeben hatten; wenn die Verminderung bei diesen letzteren Versuchen bis zu $\frac{1}{6}$ und selbst bis zu $\frac{1}{4}$ des ursprünglichen Luftvolums, bei seinen eigenen höchstens $\frac{1}{16}$ betragen habe, so könne Dies vermuthen lassen, daß die fixirbare Substanz in der Luft zu verschiedenen Zeiten

Digitized by Google

oder an verschiedenen Orten in ungleicher Menge vorhanden sei: in größerer Menge vielleicht innerhalb bewohnter Orte als da, wo die Luft sich fortwährend erneuere. — Fernere Versuche bezwecken die Untersuchung der bei dem Aufbrausen und der bei Metallreductionen (mittelst Kohle) entwickelten elastischen Flüssigkeit. Die Schlußfolgerungen, zu welchen Lavoisier kommt, sind: diese beiden elastischen Flüssigkeiten seien fast identisch, namentlich sich gegen Kalkwasser, in der Wirkung auf brennende Körper und auf Thiere gleich verhaltend; die eine wie die andere dieser beiden elastischen Flüssigkeiten bestehe aus einem durch Wasser oder Kalk aufnehmbaren und einem anderen viel schwieriger zu fixirenden Theile, welcher letztere in gewissem Grade das Athmen unterhalten könne und seiner Natur nach der atmosphärischen Luft nahe zu kommen scheine, und dieser letztere Theil sei in etwas beträchtlicherer Menge in der bei Metallreductionen entwickelten elastischen Flüssigkeit als in der aus Kreide entwickelten enthalten; der fixirbare Theil der elastischen Flüssigkeit sei das für die Thiere eigentlich Schädliche; es sei endlich noch nicht zu entscheiden, ob der fixirbare Theil der bei dem Aufbrausen und bei Reductionen sich entwickelnden elastischen Flüssigkeit etwas von der Luft wesentlich Verschiedenes oder Luft selbst sei, welcher Etwas zugefügt oder entzogen worden. — Andere Versuche, welche Lavoisier noch mittheilt, betreffen die Verbrennung des Phosphors und die Bildung der Phosphorsäure. Sie ergaben eine Verminderung des Volumes der Luft, in welcher Phosphor verbrennt; in mit Quecksilber abgesperrter Luft betrug diese Verminderung des Volumes nahezu $^1/_5$ des letzteren. Dafür wog das Verbrennungsproduct mehr als der angewendete Phosphor, und eine Vergleichung der Gewichtszunahme des letzteren mit dem Volum, um welches das der Luft sich vermindert hatte, ließ Lavoisier schließen, daß das specifische Gewicht der absorbirten elastischen Flüssigkeit nahezu um $^1/_4$ größer sei als das der gemeinen Luft. Er hielt es für denkbar, daß der Wassergehalt der Luft das die Verbrennung Unterhaltende sei, und prüfte, ob Erneuerung dieses Wassergehaltes

Digitized by Google

die Luft zu weiterer Unterhaltung der Verbrennung des Phosphors befähige. Er kam zu dem Resultate, der größte Theil des bei der Verbrennung des Phosphors von diesem Absorbirten sei eine von dem Wasser verschiedene Substanz und auf der Absorption dieser Substanz beruhe größtentheils die Gewichtszunahme des Phosphors, die Volumverminderung der Luft bei dem Verbrennen des ersteren. — Endlich werden noch Versuche beschrieben, nach welchen Phosphor und Schwefel im leeren Raume nicht verbrannt werden können, und Untersuchungen über die Luft mitgetheilt, in welcher Phosphor gebrannt hatte: diese unterhielt nicht das Athmen, nicht die Verbrennung, und erhielt die Fähigkeit dazu auch nicht durch Mischen mit der bei dem Aufbrausen sich entwickelnden elastischen Flüssigkeit.

Was Lavoisier in jener Notiz vom Jahre 1772, was er in dem vorbesprochenen, 1773 verfaßten Werke über Verbrennungs- und Verkalkungsvorgänge mitgetheilt hatte, leitet die später von ihm durchgeführte Reform der Theorie dieser Vorgänge ein. Ich habe hier nicht auf Einzelnheiten einzugehen, in wiefern von Lavoisier als neu betrachtete Beobachtungen es nicht waren und einzelne Aussprüche von ihm sich bereits von früheren Forschern in ähnlicher Weise geäußert finden, und auch nicht darauf, ob Versuche von Zeitgenossen: gerade die Priestley's mit welchen Lavoisier erst nach der Anstellung ähnlicher eigener bekannt geworden zu sein angiebt, den Schlußfolgerungen mit zu Grunde liegen, welche als aus den letzteren zu ziehende von ihm hingestellt sind; eine solche Zusammenfassung hierher gehöriger Beobachtungen mit solchen Schlußfolgerungen hatte jedenfalls noch Keiner gegeben. Aber wichtig für die Verfolgung, wie Lavoisier's Ansichten sich entwickelten und an Richtigkeit und Schärfe stetig gewannen, ist die Beachtung, daß Lavoisier damals verschiedene Luftarten, welche in starre Verbindungen eingehen können, noch kaum unterschied; man würde wohl Unrecht haben, das, was er allgemein als fixirbare oder fixirte elastische Flüssigkeit bezeichnet, in seinem Sinne als durchweg mit Dem identisch erklären zu wollen, was damals als fixe Luft be-

Digitized by Google

nannt war, aber in einzelnen Ausſprüchen giebt ſich in der That zu erkennen, daß er Wirkungen, die ſpäter als dem Sauerſtoff angehörig erkannt wurden, zu jener Zeit der fixen Luft zuzuſchreiben geneigt war, während andererſeits das Vorhandenſein der Keime einer beſſeren Einſicht in den Reſultaten ſeiner Verſuche ebenſo beſtimmt ſich ergiebt, wie, daß ſie damals auch für ihn noch nicht zu weiterer Entwickelung gekommen waren. Daß Beides der Fall iſt, geht aus dem vorſtehenden Bericht über den Inhalt der Opuscules physiques et chymiques, ſo weit derſelbe hierher gehört, hervor, und wenn ich dieſen Bericht etwas ausführlicher gegeben habe, ſo iſt es deßhalb, weil ich in kürzerer Weiſe nicht eine genügend klare Darlegung der Stufe der Erkenntniß, zu welcher Lavoiſier bis zum Jahre 1774 gekommen war, zu geben wüßte.

Dieſes letztere Jahr brachte Vieles, was für die Lehre von der Verbrennung und von den Beziehungen zwiſchen den Metallen und den Metallkalken von höchſter Wichtigkeit war.

Frühe im Jahre 1774 begann im Journal de physique die Veröffentlichung einer Reihe von Unterſuchungen Bayen's über einige Queckſilberniederſchläge. In der erſten derſelben (Februar 1774) beſprach Bayen, daß die aus Queckſilberlöſungen durch alkaliſche Subſtanzen gefällten Niederſchläge, in welchen ihm übrigens ein Rückhalt an der Säure der Löſung und an dem Fällungsmittel nicht entging, mit etwas Schwefel gemiſcht bei dem Erhitzen detoniren, auch bei Abweſenheit von Salpeterſäure, wie er für den von ihm als reinſten Queckſilberkalk betrachteten, aus Sublimatlöſung durch Kalkwaſſer gefällten Niederſchlag fand; was ihn beſonders überraſchte, war, daß alle dieſe Niederſchläge ohne Zuſatz reducirt werden können, und er bemerkte, daß hierbei das Gewicht derſelben abnimmt. — Bald nachher (April 1774) ging er etwas näher darauf ein, daß dieſe Niederſchläge mehr wiegen als das in ihnen enthaltene Queckſilber; es beruhe dies auf dem Rückhalt an Säure und Fällungsmittel,

Digitized by Google

aber auch auf derselben Ursache, welche die Umwandlung eines Metalles in den Kalk desselben bedinge, nämlich auf der Fixirung einer elastischen Flüssigkeit. Der durch Fällung erhaltene Quecksilberkalk entwickelte in der That bei der Reduction durch Erhitzen mit Kohle, wobei ein Theil der letzteren verschwand, eine elastische Flüssigkeit, welche durch Wasser absorbirt wurde; Bayen meinte, Phlogiston aus der Kohle könne in die Zusammensetzung des Metalles eingehen, oder in die der elastischen Flüssigkeit, oder an die Stelle der letzteren in dem Metallkalke treten. Aber bei dem Erhitzen von solchem Quecksilberkalk ohne Zusatz hatte auch Reduction des Metalles und Entwickelung einer elastischen Flüssigkeit statt, und Bayen sagte sich darauf von der Sprachweise der Stahl'schen Schule los, welche letztere zu einer Einschränkung der Lehre von dem Phlogiston genöthigt sei, oder die von ihm untersuchten Quecksilberniederschläge nicht als wahre Metallkalke betrachten dürfe, oder zugestehen müsse, daß es Metallkalke gebe, welche ohne Mitwirkung von Phlogiston reducirbar seien. Bezüglich der Natur der bei dem Erhitzen des Quecksilberkalkes ohne Zusatz erhaltenen Luft kam Bayen nicht zu einem bestimmten Resultat; er betrachtete sie als ein salziges zusammengesetztes Wesen, und seine Versuche ließen ihn schließen, daß sie specifisch schwerer sein möge als die atmosphärische Luft, aber keine der für den Sauerstoff charakteristischen Eigenschaften hat er für sie angegeben*); mit Entschiedenheit

*) Auch in den später (1775) veröffentlichten Fortsetzungen seiner Untersuchungen über die Quecksilberniederschläge hat Bayen nicht die eigenthümliche Natur dieser Luftart erkannt. Hier hat er die Gewichtszunahme ermittelt, welche Quecksilber bei der Umwandlung in rothen Präcipitat durch Lösen in Salpetersäure und Erhitzen bis zum Austreiben aller Säure erfährt; hier die Entwickelung von Luft auch aus solchem Präcipitat, welcher durch Erhitzen von Quecksilber bei Luftzutritt dargestellt war, bei der Reduction desselben durch Erhitzen constatirt. Hier widersprach er der Phlogistontheorie mit größter Bestimmtheit, betrachtete er die Verkalkung der Metalle als beruhend auf der Aufnahme von Etwas aus der Luft, betonte er die Nothwendigkeit, die Eigenschaften der bei der Reduction von Quecksilberkalk sich entwickelnden Luft zu untersuchen, ohne aber es zu thun und zu entdecken, daß diese Luftart die Verbrennung besser unterhält als die gemeine Luft.

Digitized by Google

sprach er jedoch als aus seinen Versuchen sich ergebend aus, die Verkalkung des Queckſilbers beruhe nicht auf dem Austreten von Phlogiſton aus dem Metall, ſondern auf der Vereinigung des letzteren mit einer elaſtiſchen Flüſſigkeit, welche auch die Urſache des größeren Gewichtes des Kalkes ſei.

Zu der Zeit, in welcher dieſe Reſultate Bayen's die Lehre von dem Phlogiſton erſchütterten, wurden auch ſonſt noch Angriffe gegen dieſelbe nicht zurückgehalten. Buffon ſprach ſich damals in ſeiner Einleitung in die Mineralogie geringſchätzig über dieſelbe aus und meinte, das Phlogiſton exiſtire eher in den Vorſtellungen der Chemiker als in der Natur. Namentlich aber brachte das Journal de physique (März 1774) ohne Nennung des Verfaſſers einen ſchneidigen und von guter Bekanntſchaft mit chemiſchen Vorgängen zeugenden Aufſatz über das Phlogiſton, in welchem die Lehre von demſelben geradezu als auf Irrthümern in den Vorausſetzungen und Definitionen beruhend hingeſtellt wurde; Bezug genommen wurde hier auch darauf, daß gewiſſe Metallkalke, z. B. der des Queckſilbers (von welchem Kalk allerdings ſchon vor Bayen angegeben worden war, daß er durch Erhitzen für ſich wieder zu metalliſchem Queckſilber wird), ohne irgend welchen Zuſatz von brennbarer Subſtanz reducirt werden können; neben vielen richtigen Bemerkungen finden ſich hier auch unrichtige; die Verbrennung beruhe wohl auf der Vereinigung des brennenden Körpers mit Etwas aus der Atmoſphäre, und dieſes Etwas ſei der wäſſerige Beſtandtheil der letzteren.

Aber auch dieſes Etwas, welches die Verbrennungen zu unterhalten vermag, wurde jetzt iſolirt und für es dieſes Vermögen erkannt. Wie von Bayen war vor ihm bereits von Anderen die Luftart, welche wir als Sauerſtoffgas bezeichnen, dargeſtellt worden, ohne daß ihre Eigenthümlichkeit beachtet worden wäre; Hales hatte 1727 angegeben, daß bei dem Erhitzen von Mennige Luft entwickelt wird, Prieſtley 1772, daß er ſchon vor einem Jahre aus Salpeter durch Erhitzen Luft entwickelt habe, von welcher er bemerkte, daß in ihr die Verbrennung ſo gut

Digitized by Google

als in gemeiner, ja sogar mit vergrößerter Flamme vor sich geht. Am 1. August 1774 stellte Priestley durch Erhitzen von rothem Quecksilberpräcipitat eine Luftart dar, welche durch Wasser nicht absorbirt wurde und deren eminentes Vermögen, die Verbrennung zu unterhalten, ihn überraschte. Ohne sofort die ganze Tragweite dieser Entdeckung auch nur zu ahnen, beschäftigte er sich doch mit der Untersuchung dieser Luftart weiter; er fand, daß sie auch aus reinem (salpetersäurefreiem) rothem Präcipitat erhalten wird und aus Mennige, und kam zu der Vermuthung, die Fähigkeit der genannten Substanzen, diese Luftart zu liefern, möge auf der Aufnahme von Etwas aus der Atmosphäre bei ihrer Bereitung beruhen.

So weit mit der neuen Luftart bekannt*) kam Priestley nach Paris, wo er im October 1774 Lavoisier von diesen Ergebnissen seiner Versuche selbst in Kenntniß setzte; er hat bald nachher dieser seiner Mittheilungen an Lavoisier erwähnt und noch am späten Abend seines Lebens unter Angabe von Einzelnheiten an dieselben erinnert. — Eine Bezugnahme auf diese Mittheilung oder auf die vorher veröffentlichten Resultate von Bayen's Arbeiten findet sich nicht in der von Lavoisier vor der Pariser Akademie im November 1774 gelesenen Abhandlung über die Verkalkung des Zinns in geschlossenen Gefäßen und über die Ursache der Gewichtszunahme, welche dieses Metall hierbei erlangt. Nach der Erinnerung an seine kurz vorher (vgl. S. 154 f.) gezogene Schlußfolgerung, daß bei der Verkalkung der Metalle ein Theil der Luft oder eine in ihr enthaltene Substanz sich mit denselben vereinige und hierauf die Gewichtszunahme bei der Verkalkung beruhe, bemerkt er, daß hiermit die von Boyle angegebenen Resultate im Widerspruche stehen. Letzterer hatte 1673 Versuche beschrieben, welche ihm die

*) Welche Resultate diese Luftart mit dem S. 63 besprochenen Luftgüte-Messer, dem Salpetergas, ergebe und daß sie das Athmen in besserer Weise als gemeine Luft unterhalte, untersuchte Priestley erst 1775.

Digitized by Google

Wägbarkeit der Feuermaterie zu beweisen schienen; namentlich Versuche, bei welchen er Blei und Zinn in zugeschmolzenen Glasgefäßen erhitzte und nach dem Oeffnen der letzteren das theilweise verkalkte Metall schwerer fand als das ursprünglich angewendete, ließen es ihn als unzweifelhaft betrachten, daß Feuermaterie durch das Glas gedrungen sei und sich in dem verkalkten Metall, das Gewicht desselben vergrößernd, fixirt habe*). Lavoisier stellte ähnliche Versuche an, aber unter Vervollständigung der Wägungen. Mit einer abgewogenen Menge Blei oder Zinn beschickte, dann zugeschmolzene Glasgefäße wurden längere Zeit bis über den Schmelzpunkt des Metalles erhitzt, von welchem letzteren dabei ein Theil verkalkt wurde: ein um so größerer im Allgemeinen, je geräumiger das Glasgefäß war. Dieses wog nach diesen Versuchen, erkaltet und noch geschlossen gewogen, genau so viel wie vorher; bei dem Oeffnen des Gefäßes strömte Luft ein, und eine abermalige Wägung ergab nun eine Gewichtszunahme; diese betrug eben so viel, als die, welche für das theilweise verkalkte Metall constatirt wurde. Lavoisier betrachtete es als aus diesen Versuchen klar hervorgehend, daß die Gewichtszunahme bei der Verkalkung von Metallen in geschlossenen Gefäßen nicht auf dem Zutreten von Feuermaterie oder sonst etwas von Außen Zukommendem beruht, sondern daß das Metall die sein Gewicht vermehrende

*) Boyle hatte auch beobachtet, daß bei dem Oeffnen des Glasgefäßes nach Beendigung des Versuches Luft in dasselbe eindrang, ohne indessen hieraus einen anderen Schluß zu ziehen, als den, daß das Gefäß unversehrt geblieben sei. Ein französischer Kapuziner, Pater Cherubin von Orleans, hatte schon 1679 geltend gemacht, daß eine Aufnahme von wägbarer Feuermaterie sich nur dann aus solchen Versuchen ergäbe, wenn das Gefäß nach dem Erhitzen noch geschlossen schwerer befunden worden wäre, als vorher; und aus Boyle's Versuchen hatte er gefolgert, das Einströmen von Luft in das Gefäß bei dem Oeffnen desselben und die Zunahme des Gewichtes des verkalkten Metalles beruhe auf der Vereinigung von Luft mit dem Metallkalk. Einen Einfluß auf die Ansichten der Chemiker hatten indessen diese Bemerkungen, die auch nur wenig bekannt wurden, nicht ausgeübt.

Digitized by Google

Substanz der in dem Gefäß enthaltenen Luft entnimmt. Er fügte hinzu, daß die einzuhaltenden Grenzen (er las diese Abhandlung in einer öffentlichen Sitzung der Akademie) ihm auf Einzelnheiten einzugehen nicht gestatten und er auch die Versuche nicht besprechen dürfe, welche er mit der Luft ausgeführt habe, die zum Verkalken der Metalle gedient hatte. Diese ihres fixirbaren (er möge fast sagen ihres sauren) Theiles beraubte Luft sei in irgend einer Art zersetzt, und solche Versuche, wie er sie hier beschrieben, scheinen ihm ein Mittel abzugeben, die atmosphärische Luft zu analysiren und die sie zusammensetzenden Theile zu untersuchen. Ohne bis jetzt zu ganz genügenden Resultaten hierüber gelangt zu sein, glaube er doch aussprechen zu können, daß die reine und von Feuchtigkeit befreite Luft keineswegs ein einfacher Körper, ein Element sei, sondern etwas Gemischtes oder Zusammengesetztes. — Diese Resultate von Lavoisier's Untersuchung wurden 1774*) veröffentlicht. Die spätere ausführlichere Mittheilung**) brachte die Details der Versuche und

*) Im Dezemberhefte des Journal de physique für 1774. In einer hier unmittelbar sich anschließenden Zuschrift Lavoisier's an den Herausgeber des genannten Journals theilte der Erstere mit, daß die von ihm vor der Akademie im November 1774 gelesene Abhandlung mehrere Monate früher redigirt worden sei, und bereits im April dem Secretär der Akademie vorgelegen habe. Außer Boyle's und Priestley's Versuchen über die Verkalkung der Metalle in geschlossenen Gefäßen seien ihm damals keine bekannt gewesen; später seien noch solche, welche von Beccaria ausgeführt worden, zu seiner Kenntniß gekommen, und zur Verhütung des Scheines, als wolle er sich die Arbeit eines Anderen aneignen, veröffentliche er auch, was er über diese Versuche erfahren habe. Dieselben hatten (1759) ergeben, daß bei dem Erhitzen von Metallen in geschlossenen Gefäßen nur ein Theil der Metalle verkalkt wird und zwar ein um so größerer, je geräumiger die Gefäße sind, und daß das Gewicht der Luft in den Gefäßen nach der Verkalkung kleiner ist, als vor derselben. — Der Versuche Beccaria's erwähnte Lavoisier auch bei der späteren ausführlicheren Mittheilung seiner Untersuchung als ihm nachträglich bekannt gewordener.

**) Wie die Abhandlung, als gelesen vor der Akademie im November 1774, ihr zugestellt im Mai 1777, in den, 1778 veröffentlichten Memoiren für 1774 gedruckt worden ist.

Digitized by Google

läßt ersehen, daß dieselben im Februar 1774 begonnen wurden. Weiter sagt hier Lavoisier, daß er Gründe habe zu glauben, der mit Metallen sich verbindende Theil der atmosphärischen Luft habe ein etwas größeres, der rückständig bleibende ein etwas kleineres specifisches Gewicht als diese, was aber noch directer zu beweisen sei, da die Unterschiede nur klein seien. Daß nur ein Theil der Luft an die Metalle bei der Verkalkung derselben trete, habe ihn vermuthen lassen, daß die atmosphärische Luft etwas Zusammengesetztes sei, und eine von ihm über die Verkalkung und die Reduction der Queckſilberkalke unternommene Arbeit habe ihn in dieser Ansicht wesentlich bestärkt. Jetzt schon könne er mittheilen, daß nicht die ganze atmosphärische Luft athembar sei, sondern nur der Theil, welcher sich mit den Metallen bei der Verkalkung vereinige, und die bei dem letzteren Vorgang übrig bleibende Luft sei nicht fähig, das Athmen oder die Verbrennung zu unterhalten. Nicht nur scheine ihm die atmosphärische Luft aus zwei ganz verschiedenen elastischen Flüssigkeiten zusammengesetzt zu sein, sondern der nicht athembare Theil selbst sehr zusammengesetzt.

Es ist in Frage gezogen worden, ob eine solche Kenntniß der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft schon in dieser Abhandlung, wie sie 1774 abgefaßt worden war, oder erst bei einer späteren Redaction derselben ausgesprochen worden sei, und welchen Antheil an der Erfassung dieser Kenntniß für Lavoisier die von Anderen, namentlich von Priestley, erhaltenen Resultate haben mochten. Gewiß ist, daß die Bekanntschaft mit den Bestandtheilen der Atmosphäre in der späteren Veröffentlichung weiter geht als in der früheren und zwar darüber hinaus, wie es nur einer ausführlicheren Darlegung vorher bereits auszugsweise gemachter Angaben entspräche. Gewiß ist auch, daß die spätere erweiterte Kenntniß sich an die frühere beschränktere ganz gut anlegt und daß — welchen Einfluß auf die Ausbildung von Lavoisier's Ansicht auch die von Anderen erhaltenen Resultate ausgeübt haben könnten — im Jahre 1774 noch kein Anderer so weit gekommen war, die atmosphärische

Digitized by Google

Luft als aus mehreren ganz verschiedenen elastischen Flüssigkeiten bestehend zu betrachten; für Priestley finde ich, nach seinen eigenen Angaben über seine Forschungen, diese Erkenntniß erst von 1775 an sich herausbildend, und die Arbeiten, durch welche Scheele damals selbstständig zu demselben Resultate gekommen war, wurden erst 1777 bekannt (vgl. S. 76 f.). Aber daß auch Lavoisier 1774 noch nicht mit der Zusammensetzung und den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft so bekannt war, wie man es aus der ausführlicheren Veröffentlichung dieser Abhandlung schließen könnte, und daß die spätere Redaction derselben den Stand seiner Kenntnisse für jenes Jahr nicht richtig angiebt, ist aus der zunächst zu besprechenden, 1775 verfaßten Abhandlung zu ersehen.

Eine Bezugnahme auf jene Versuche Bayen's über die Entwickelung von Luft bei dem Erhitzen von Quecksilberkalk bis zur Reduction desselben oder auf Priestley's Mittheilung bezüglich der Eigenschaften dieser Luft findet sich auch nicht in der, im April 1775 vor der Pariser Akademie gelesenen Abhandlung Lavoisier's über die Natur der Substanz, welche sich mit den Metallen bei ihrer Verkalkung vereinigt und das Gewicht derselben größer werden läßt. Lavoisier merkte für diese Untersuchung an, daß die ersten der darin besprochenen Versuche um mehr als ein Jahr früher, die ersten über die Reduction des Präcipitates per se im November 1774 angestellt worden seien. Er begann mit der Frage, ob es verschiedene Luftarten gebe, und erklärte, sich auf die Erörterung eines einzelnen hierhergehörigen Gegenstandes: auf den Nachweis beschränken zu wollen, daß die Substanz, welche sich mit den Metallen bei ihrer Verkalkung verbinde, das Gewicht derselben vergrößere und sie zu Kalken werden lasse, weder ein Bestandtheil der Luft, noch eine besondere in der Luft verbreitete Säure, sondern die Luft als Ganzes, ohne Veränderung, ohne Zersetzung sei, so zwar, daß die aus dieser Verbindung wieder frei gemachte Luft reiner und athembarer sei, als die der Atmosphäre, und geeigneter zum Un-

Digitized by Google

terhalten des Verbrennens. Die meisten Metallkalke werden nur unter Mitwirkung kohliger Körper oder überhaupt solcher reducirt, welche Das, was man als Phlogiston bezeichne, enthalten; aber da von der Kohle selbst bei der Reduction eine gewisse Menge verschwinde, könne die dabei sich entwickelnde elastische Flüssigkeit nicht etwas Einfaches sein, sondern sie resultire irgendwie aus etwas in der metallischen Substanz und aus etwas in der Kohle Enthaltenem. Diese Betrachtung habe ihn einsehen lassen, daß zur Aufklärung des Vorganges der Metallverkalkung man mit denjenigen Kalken Versuche anstellen müsse, welche ohne Zusatz reducirbar seien. Solche Kalke seien die des Eisens; alle von ihm untersuchte, natürlich vorkommende sowohl als künstlich dargestellte, habe er im Focus großer Brenngläser vollständig reducirbar befunden. Aber die Schwierigkeiten, welche sich bei den Versuchen mit Eisenkalken zeigten und die Gewinnung entscheidender Resultate erschwerten, ließen ihn an einen leichter zu behandelnden Kalk gehen. Der Mercurius praecipitatus per se, wie das durch längeres Erhitzen des Queckſilbers bei Luftzutritt erhaltene Präparat bezeichnet wurde, sei ihm als besonders geeignet erschienen; mehrere Chemiker haben bereits behauptet, dieser Körper sei ein Queckſilberkalk, und ganz bekannt sei jetzt auch, daß derselbe ohne Zusatz schon bei mäßigem Erhitzen sich reducire. Zur Feststellung, daß dieser rothe Präcipitat wirklich ein Metallkalk sei, reducirte ihn Lavoisier unter Zusatz von Kohle; die hierbei sich entwickelnde elastische Flüssigkeit fand er ganz übereinstimmend mit der bei der Reduction anderer Metallkalke unter Zusatz von Kohle sich entwickelnden s. g. fixen Luft. Es sei jetzt nur noch zu untersuchen gewesen, sagte Lavoisier weiter, ob dieser Queckſilberkalk auch bei der Reduction ohne Zusatz Luft entwickele, und, falls Dies statthabe, die Eigenschaften derselben zu ermitteln. Er beschrieb den hierüber angestellten Versuch und theilte die Einzelnheiten der Resultate mit: daß hierbei ein gewisses Gewicht Queckſilberkalk ein geringeres Gewicht Queckſilber und außerdem Luft gebe, deren specifisches Gewicht — aus der Vergleichung ihres Volumes mit der Differenz

Digitized by Google

jener beiden Gewichte abgeleitet — von dem der gemeinen Luft nicht viel abweiche. Bei der Untersuchung dieser Luft sei er überrascht gewesen zu finden, daß sie nicht durch Wasser absorbirt werde, keine der anderen Eigenschaften der fixen Luft habe, den Athmungsproceß der Thiere, die Verbrennung besser unterhalte als die gemeine Luft. Vollkommen sei er überzeugt, daß diese Luft nicht allein gemeine Luft sei, sondern sogar noch reinere als die, in welcher wir leben. Bewiesen sei also, daß die den Metallen bei der Verkalkung derselben zutretende und das Gewicht vergrößernde Substanz nichts Anderes sei, als der reinste Theil der uns umgebenden Luft, und das Auftreten von fixer Luft bei den Reductionen unter Zusatz von Kohle beruhe auf der letzteren; sehr wahrscheinlich sei es, daß alle Metallkalke nur gemeine Luft geben würden, wenn man sie alle so wie den Quecksilberpräcipitat ohne Zusatz reduciren könnte. Was bezüglich der Detonation des Salpeters mit Kohle und des Auftretens von fixer Luft bei derselben constatirt sei, mache es wahrscheinlich, daß in dem Salpeter gemeine Luft, atmosphärische Luft fixirt sei. Daß die gemeine Luft durch Vereinigung mit Kohle zu fixer werde, lasse die Schlußfolgerung als eine natürliche erscheinen, die fixe Luft sei nichts Anderes als eine Verbindung der gemeinen Luft mit Phlogiston; diese Meinung sei die Priestley's, aber bei aller Wahrscheinlichkeit derselben spreche doch bei genauerem Eingehen auf die Thatsachen so viel dagegen, daß die Frage noch als unentschieden zu betrachten sei; die Motive für seine Zweifel hoffe er bald vorlegen zu können. — Das ist der wesentliche Inhalt dieser berühmten Abhandlung, wie sie im Frühjahr 1775 von Lavoisier gelesen wurde*). Erhebliche Abänderungen unter Beibehaltung der äußeren Form im Ganzen und eines großen Theiles des Inhaltes wurden aber später für die Veröffentlichung der Abhandlung in den Memoiren der Pa-

*) Dem oben gegebenen Bericht über diese Abhandlung in ihrer ursprünglichen Form liegt die Veröffentlichung derselben in dem Journal de physique, Maiheft für 1775, zu Grunde.

Digitized by Google

riser Akademie angebracht*). Da sollte nicht mehr gezeigt werden, daß die Luft als Ganzes und unzersetzt mit den Metallen in Verbindung trete, sondern daß dies nur der Theil von ihr thue, welcher der der Gesundheit zuträglichste und der reinste sei; da ist die in dem Salpeter fixirte, die Detonation desselben mit Kohle bedingende Luft nicht mehr gemeine, atmosphärische, sondern der athembare Theil der atmosphärischen Luft, welcher einer der Bestandtheile der Salpetersäure sei; da findet sich an der Stelle der Erörterung, ob die fixe Luft eine Verbindung der gemeinen Luft mit Phlogiston sei, als eine mit Bestimmtheit zu ziehende Schlußfolgerung ausgesprochen, daß die fixe Luft das Resultat der Vereinigung des vorzugsweise athembaren Theiles der Luft mit Kohle sei; da ist, kurz ausgedrückt, der von Lavoisier 1775 verfaßten Abhandlung mit den Kenntnissen, welche er bis 1778 erworben hatte, nachgeholfen**).

Eine der Pariser Akademie 1776 mitgetheilte Abhandlung***) Lavoisier's über das Vorhandensein von Luft in der Sal-

*) In dieser späteren Redaction ist die Abhandlung als gelesen vor der Akademie Ostern 1775 und wieder gelesen im August 1778 in die im letzteren Jahre veröffentlichten Memoiren der Akademie für das erstere Jahr und hieraus in die neue Ausgabe der Werke Lavoisier's (Oeuvres, T. II, p. 122 ss.) aufgenommen.

**) Offenbar beabsichtigte man bei der Herausgabe der Memoiren der Pariser Akademie damals nicht, Urkunden zu geben, welche die Resultate und Kenntnisse der Verfasser von Abhandlungen für die Zeiten feststellen, die man nach den Titeln der betreffenden Bände voraussetzen sollte. Diese Voraussetzung als eine in der Regel, und wo nicht deutliche Angaben einen Ausnahmsfall als solchen kennen lehren, berechtigte gelten zu lassen, war aber für die Späteren das Natürlichste, und wie Lavoisier selbst auf einen Jahrgang der Memoiren als die Zeit angebend, wo er Etwas dargelegt habe, Bezug genommen hat, konnte dieser Voraussetzung nur zur Unterstützung gereichen. Die Folge davon war, daß häufig und gerade in dem uns jetzt beschäftigenden Falle eine Stufe der Kenntnisse eines Forschers, zu welcher er sich erst in späterer Zeit erhob, als schon früher erreicht für ihn beansprucht und anerkannt wurde.

***) Gelesen vor der Akademie im April 1776, ihr zugestellt im Dezember 1777, in den Memoiren der Akademie für das erstere Jahr 1779 veröffentlicht.

Digitized by Google

petersäure erinnert zunächst daran, daß bei der Verbrennung von Phosphor ein Theil der Luft in die Zusammensetzung der sich bildenden Phosphorsäure eintrete und daß, da bei der Verbrennung des Schwefels ähnliche Erscheinungen statthaben wie bei der des Phosphors, auch zu schließen sei, daß Luft in die Zusammensetzung der Vitriolsäure eingehe. Dies habe ihn, sagt Lavoisier, vermuthen lassen, alle Säuren möchten großentheils aus Luft bestehen und ihre Verschiedenheit auf dem Gehalt an den sonst noch in ihnen vorhandenen Bestandtheilen beruhen. Auf Grund seiner Versuche könne er jetzt als Gewißheit aussprechen, daß alle Säuren nicht bloß Luft sondern den reinsten Theil der Luft in sich enthalten. Er wolle Dies zunächst für die Salpetersäure darthun, durch Versuche, an welche größtentheils oder durchweg Priestley Anspruch erheben könne, und durch Folgerungen, die sein unbestreitbares Eigenthum seien. Er zerlegt die Salpetersäure, indem er Queckfilber in ihr auflöst, in einem Apparate, welcher die Auffammlung entweichender Gase gestattet; er erhält Salpeterluft und durch Erhitzen des Rückstandes der zur Trockne eingedampften Lösung des Queckfilbersalzes erst salpetrige Dämpfe und dann Luft von größerer Reinheit als die der gemeinen Luft ist: die Luft, welche er früher aus Queckfilberkalk entwickelt und die Priestley aus vielen Substanzen durch Behandlung derselben mit Salpetersäure erhalten habe. Das Queckfilber blieb schließlich mit dem ursprünglichen Gewichte zurück. Daß in die Zusammensetzung der Salpetersäure Luft, oder vielmehr eine reine Luft: Etwas was so zu sagen noch mehr Luft sei als die gemeine Luft, eingehe, sei hiermit erwiesen. Die Analyse der Salpetersäure bestätigt er durch die Synthese; durch Mischen der Salpeterluft mit reiner Luft bei Gegenwart von Wasser erhält er wieder Salpetersäure: im concentrirten Zustande rauchende, und er bemerkt, daß die so dargestellte Säure etwas weniger von der reinen Luft enthalte als die in gewöhnlicher Weise bereitete. Statt der reinen Luft könne man zu diesem Versuch auch gemeine anwenden, aber von der letzteren sei viermal so viel nöthig, und es könne nach

Digitized by Google

seinen Versuchen hierüber als bewiesen erscheinen, daß die Luft, welche wir athmen, nur ein Viertheil wahrer Luft enthalte, gemischt mit drei Viertheilen einer schädlichen, die Verbrennung und das Athmen nicht unterhaltenden Luft. Daß das Queckſilber bei dem Löſen in der Salpeterſäure durch Aufnahme reiner Luft aus derſelben verkalkt werde, wird noch hervorgehoben, und bezüglich der Frage, ob bei den hier beſchriebenen Vorgängen das Phlogiſton des Metalles eine Rolle ſpiele, mit Zurückhaltung wegen der Wichtigkeit ihrer Conſequenzen bemerkt, das Queckſilber werde ſchließlich unverändert wiedererhalten, ohne Phlogiſton verloren oder aufgenommen zu haben, wenn man dem letzteren nicht die Fähigkeit, das Glas zu durchdringen, beilegen wolle, was die Annahme einer andern Art von Phlogiſton, als das Stahl's und ſeiner Schule, in ſich ſchließe. Endlich hebt Lavoiſier noch hervor, daß die in dieſer Abhandlung mitgetheilten Reſultate eine von Prieſtley ausgeſprochene Anſicht, die atmoſphäriſche Luft ſei eine Verbindung aus Salpeterſäure und einem erdigen Beſtandtheil, widerlegen.

An dieſe Abhandlung Lavoiſier's ſchloß ſich zunächſt, 1777*), eine über die Verbrennung des Phosphors und die Natur der dabei entſtehende Säure an. Anknüpfend an das ſchon früher (vgl. S. 156 f.) hierüber Angegebene will Lavoiſier hier zunächſt bezüglich der Bildung der Phosphorſäure ſeine inzwiſchen weiter vorgeſchrittenen Kenntniſſe darlegen. Er beſpricht, daß in einem gewiſſen Luftraume nur eine beſtimmte Quantität Phosphor verbrennen könne, daß hierbei eine größere Quantität Phosphorſäure unter Abſorption eines Theiles der Luft entſtehe, und daß die für die Phosphorſäure zu conſtatirende Gewichtszunahme dem Gewichte der abſorbirten Luft gleich ſei. Die bei der Verbrennung des Phosphors rückſtändig bleibende Luft ſei

*) Als der Akademie im März 1777 zugeſtellt, im April vorgeleſen, wurde die Abhandlung in den Memoiren für dieſes Jahr 1780 veröffentlicht.

Digitized by Google

nicht dichter als die atmosphärische, eher etwas specifisch leichter; unfähig, das Athmen und das Verbrennen zu unterhalten, gewinne sie diese Fähigkeit wieder durch Zusatz von so viel dephlogistisirter oder eminent athembarer Luft, als bei der Verbrennung entzogen worden war, und erhalte sie dadurch wieder alle Eigenschaften der ursprünglichen Luft. Aus den früher von ihm beschriebenen Versuchen wisse man, daß die atmosphärische Luft etwa ein Viertheil ihres Volumes dephlogistisirte oder eminent athembare Luft enthalte; bei dem Verbrennen des Phosphors werde niemals dieser Bestandtheil vollständig sondern höchstens ein Fünftheil von dem Volume der atmosphärischen Luft absorbirt; die hierbei rückständig bleibende Luft könne durch Behandlung mit vielem Wasser, welches vorzugsweise die die Verbrennung nicht unterhaltende Luft aufnehme, wieder zu sehr gut athembarer und die Verbrennung unterhaltender Luft gemacht werden. Was für den Phosphor nachgewiesen sei, lasse sich auch auf die Verbrennung des Schwefels und die Bildung der Vitriolsäure anwenden; nur entziehe brennender Schwefel der Luft den darin enthaltenen athembaren Bestandtheil noch unvollständiger, und die Versuche ergeben deßhalb weniger bestimmte Resultate; da Lavoisier aus diesem Grunde die Versuche nicht näher beschreiben will, läßt sich nicht ersehen, was ihn zu der Angabe veranlaßte: Das könne er versichern, daß bei der Verbrennung von Schwefel in mit Quecksilber abgesperrter Luft eine der Menge des verbrannten Schwefels proportionale Volumverminderung stattfinde und eine sehr concentrirte Vitriolsäure entstehe, deren Gewicht das zwei- bis dreifache von dem des sie bildenden Schwefels sei. Lavoisier spricht noch einmal, als früher bereits wiederholt von ihm behauptet und jetzt durch diese Versuche mit Phosphor und Schwefel genügend begründet, es aus, daß die atmosphärische Luft aus etwa $^1/_4$ dephlogistisirter oder eminent athembarer und $^3/_4$ schädlicher Luft von unbekannter Natur zusammengesetzt sei; ferner, daß der Phosphor bei dem Verbrennen auf die letztere nicht einwirke, und daß die Vitriolsäure und die Phosphorsäure mehr als die

Digitized by Google

Hälfte ihres Gewichtes eminent athembare Luft enthalten. — Den zweiten Theil dieser Abhandlung, von den verschiedenen Verbindungen der Phosphorsäure, brauche ich hier nicht näher zu besprechen.

Dasselbe gilt für einige, zu der Reform des chemischen Systemes in keiner Beziehung stehende Abhandlungen, welche Lavoisier 1777 der Pariser Akademie mittheilte; aber mehrere andere, als derselben Zeit angehörig uns überkommene, enthalten hierfür Erhebliches. — Zunächst die Untersuchung über das Athmen der Thiere und die Veränderung der Luft bei dem Durchgange durch die Lungen*). Lavoisier kündigt hier an, daß seine Versuche ihn zu einer Ansicht über das Athmen geführt haben, welche der Priestley's, die Luft werde hierbei mit Phlogiston beladen, entgegengesetzt sei. Er beschreibt vorerst einen auf die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft bezüglichen Versuch: längeres Erhitzen von Queckſilber in einem abgeschlossenen Volume solcher Luft ließ das Metall unter Gewichtszunahme verkalkt, das Volum der Luft um ein Sechstheil ungefähr vermindert werden, und die rückständige Luft war von der s. g. fixen verschieden, aber unathembar, die Verbrennung nicht unterhaltend; aus Priestley's und aus Lavoisier's eigenen Versuchen wisse man, daß der in der angegebenen Art entstandene Queckſilberkalk eine Verbindung des Metalles mit einer reineren und athembareren Luft, als die gemeine, sei; Zumischung der durch stärkere Hitze aus dieser Verbindung wieder ausgetriebenen Luft zu jener rückständigen gebe wiederum Luft von den Eigenschaften der gemeinen. Durch Zersetzung und Wiederzusammensetzung sei also nachgewiesen, daß von der atmosphärischen Luft, wie schon früher angekündigt, fünf Sechstheile das Athmen und Verbrennen nicht zu unterhalten vermögen und nur das Uebrige, das sei ein Fünftheil des Volumes der atmosphärischen Luft, athembar sei. Ein Versuch, bei welchem ein Thier in

*) Als im Mai 1777 vor der Akademie gelesen in die Memoiren derselben für dieses Jahr aufgenommen.

Digitized by Google

einem abgeschlossenen Luftraum bis zum Ersticken geathmet hatte, ergab, daß dabei ein Sechstheil der Luft zu fixer Luft oder Kreidesäure (welche Bezeichnung für die Kohlensäure Lavoisier jetzt annahm) umgewandelt wurde und die nach Absorption der letzteren rückständige Luft dieselben Eigenschaften besaß, wie die nach der Verkalkung von Metallen zurückbleibende. Lavoisier bespricht, daß diese Umwandlung des athembaren Theiles der Luft in der Lunge selbst oder nach Absorption durch das Blut vor sich gehen könne; er erörtert, weßhalb das Letztere als das Wahrscheinlichere betrachtet werden könne, und spricht als seine Ansicht aus, daß wohl beide Vorgänge statt haben. — Ferner eine Abhandlung über das Verbrennen von Kerzen in atmosphärischer und in eminent athembarer Luft. Hier wird von der Zusammengesetztheit der Luft, als der bis in die neueste Zeit herrschenden Ansicht über die Einfachheit derselben entgegen durch die vorhergehenden Abhandlungen Lavoisier's nachgewiesen, ausgegangen, unter Angabe, daß der Gehalt derselben an eminent athembarer Luft, welcher Priestley die sehr wenig geeignete Bezeichnung der dephlogistisirten gegeben habe, etwa ein Viertheil ihres Volumes betrage. Es wird daran erinnert, daß man bei der Verbrennung von Kerzen in einem abgesperrten Luftraum eine Verminderung des Volumes der Luft zu beobachten geglaubt habe; Lavoisier beschreibt Versuche, nach welchen über Quecksilber abgesperrte Luft bei dem Brennen von Wachskerzen in ihr bis zum Verlöschen keine merkliche Volumveränderung erleide, wohl aber theilweise zu Kreidesäure werde. Er spricht sich gegen die von Priestley u. A. vertretene Ansicht aus, daß hierbei eine Beladung der Luft mit Phlogiston vor sich gehe, mit dem Bemerken, daß er auf dem Punkte stehe, durch eine Reihe von Versuchen die Stahl'sche Lehre von dem Phlogiston zu bekämpfen, und die da geltend zu machenden Einwürfe auch die Ansichten Priestley's treffen werden. Bei dem Verbrennen von Kerzen in gemeiner Luft werde nicht die ganze Menge der darin enthaltenen athembaren verzehrt, und selbst bei dem Verbrennen in reiner athembarer bleibe ein Theil

Digitized by Google

derselben unverändert, folgert er ferner noch aus den von ihm mitgetheilten Versuchen, und schließlich als hauptsächlichste Ergebnisse dieser Untersuchung, daß die zu drei Viertheilen in die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft eingehende s. g. Mofette keinen Antheil an den Verbrennungsvorgängen nehme, bei diesen nur die s. g. dephlogistisirte Luft zur Einwirkung komme, unter wenig vollständiger (nur $^2/_3$ von ihr betragender) Verzehrung durch brennende Kerzen, vollständigerer durch Phosphor, anscheinend ganz vollständiger durch den Pyrophor. Als etwas auch noch sich Ergebendes, später eingehender zu Erörterndes wird endlich erwähnt, daß die bei der Verbrennung durch Kerzen auftretende Kreidesäure entstehe durch Verbindung der aus den Kerzen sich entwickelnden brennbaren Luft mit der verzehrten eminent athembaren unter Ausscheidung eines beträchtlichen Theiles der in beiden Luftarten enthaltenen Feuermaterie. — Dann eine Abhandlung über die Auflösung des Queckſilbers in der Vitriolsäure und über die Zerlegung der letzteren in luftförmige schweflige Säure und eminent athembare Luft, welche letztere durch stärkeres Erhitzen des entstandenen Queckſilbersalzes gemischt mit etwas schwefliger Säure ausgetrieben wurde; eine Abhandlung über die Vereinigung des Alauns mit kohligen Substanzen und über die Veränderungen, welche die Luft durch das Brennen des Pyrophors in ihr erleidet, worin Lavoisier die Bildung des Pyrophors als auf einer Reduction der Vitriolsäure des Alauns zu Schwefel, die Entwickelung von Kreidesäure als auf der Vereinigung von Kohle mit der in der Vitriolsäure enthaltenen athembaren Luft, die gleichzeitige Entwickelung einer besonderen brennbaren Luftart als auf dem Uebergange von kohliger Substanz in die Form einer elastischen Flüssigkeit, die Einwirkung des Pyrophors auf die Luft als auf Wiederbildung von Vitriolsäure auf Kosten des Gehaltes der Luft an ihrem athembaren Bestandtheil beruhend erklärte; endlich eine Abhandlung über die Umwandlung der Eisenkiese zu Vitriol, welche dieselbe dahin erklärt, daß die Eisenkiese aus Schwefel und Eisen bestehen und bei jener Umwandlung der

Digitized by Google

Schwefel sich mit dem athembaren Bestandtheile der Luft zu Vitriolsäure verbinde, die in dem Maße, wie sie sich bilde, das Eisen zu Vitriol löse.

Noch zwei wichtige Abhandlungen Lavoisier's sind in die Memoiren der Pariser Akademie für 1777 aufgenommen: eine mehr physikalische aber namentlich auch für die Auffassung der Wärmewirkungen bei chemischen Vorgängen einflußreiche über die Verbindungen der Feuermaterie (des Wärmestoffes) mit den verdampfbaren Flüssigkeiten und über die Bildung der luftförmigen elastischen Flüssigkeiten, in welcher Abhandlung der Gehalt an gebundener Wärme in allen Flüssigkeiten der letzteren Art erörtert wird; und eine über die Verbrennung im Allgemeinen, welche etwas ausführlichere Berichterstattung erheischt. Ermuthigt durch einige vorausgeschickte Betrachtungen über die eigentliche Bedeutung und den Nutzen von Systemen in den Naturwissenschaften wagt es Lavoisier, der Akademie eine neue Verbrennungstheorie vorzulegen oder vielmehr, da er sich stets Zurückhaltung auferlege, eine Hypothese, nach welcher sich alle Verbrennungs- und Verkalkungsvorgänge und theilweise selbst die das Athmen der Thiere begleitenden Erscheinungen in sehr befriedigender Weise erklären, und deren Grundlage er bereits in seinen Opuscules physiques et chymiques gegeben habe, damals noch nicht mit dem ganzen Vertrauen in die Richtigkeit dieser, der Lehre Stahl's geradezu entgegengesetzten Ansicht, zu welchem er inzwischen gekommen sei. Lavoisier geht nun die einzelnen bei der Verbrennung statthabenden Vorgänge durch: daß hierbei stets Wärme- oder Lichtstoff frei werde, daß die Verbrennung nur durch wenige Luftarten oder vielmehr nur durch die von Priestley als dephlogistisirte, von ihm selbst jetzt als reine Luft bezeichnete unterhalten werde; daß die letztere hierbei zersetzt (Wärmestoff aus ihr ausgeschieden) werde und das Gewicht des verbrennenden Körpers genau um das der zersetzten (verzehrten) reinen Luft zunehme; daß verbrennende Körper hierbei jedesmal eine Säure entstehen lassen; daß die Verkalkung der Metalle etwas den eigentlichen Verbrennungen ganz Ana-

Digitized by Google

loges sei. Die verschiedenen Vorgänge der Verkalkung und Verbrennung erklären sich nach Stahl's Hypothese in sehr glücklicher Weise, aber mit ihrer Erklärung und Dem, was sie für die Annahme des Phlogistons in den Metallen, dem Schwefel u. s. w. sagen, bewegen sich die Anhänger dieser Hypothese in einem unzulässigen Zirkel; wenn ohne die Annahme des Phlogistons die Vorgänge sich eben so gut erklären lassen, müsse Stahl's System durch und durch erschüttert werden. Nun wird die Theorie entwickelt, daß Verbrennung und Verkalkung auf dem Eingehen der Substanz, die zusammen mit Wärmestoff die reine Luft bilde, in Verbindung mit dem verbrennenden oder sich verkalkenden Körper beruhe, welcher letztere auf Grund größerer Verwandtschaft jene Substanz dem Wärmestoff entziehe und diesen frei werden lasse; und daß Dies der Fall sei, wird durch Hinweis auf hierbei festzustellende quantitative Verhältnisse bewiesen. Die reine Luft, Prieſtley's dephlogistisirte Luft, sei der wahre und vielleicht der einzige verbrennende Körper; es sei nicht nöthig, in allen s. g. brennbaren Körpern einen Gehalt an gebundener Feuermaterie anzunehmen, und auch nicht mit Stahl zu behaupten, daß ein Körper Etwas verliere während er an Gewicht zunehme. Einige weitere Erörterungen, namentlich bezüglich des Athmens: daß dasselbe etwas der Verbrennung Analoges und in dieser Weise die Ursache der thierischen Eigenwärme sei, schließen die Darlegung des neuen Systemes, bezüglich dessen Lavoisier noch bemerkt, daß er bei diesem Angriff auf Stahl's Lehre nicht an die Stelle derselben eine streng bewiesene Theorie zu setzen beabsichtige, sondern nur eine ihm wahrscheinlicher, den Naturgesetzen entsprechender dünkende und minder gezwungene Erklärungen und weniger Widersprüche enthaltende.

Die nächste uns in Betracht kommende Abhandlung Lavoisier's ist eine in die Memoiren der Pariser Akademie für 1778 aufgenommene: allgemeine Betrachtungen über die Natur der Säuren und über die Bestandtheile derſel-

Digitized by Google

ben*). Lavoisier knüpft hier an den früher erbrachten Nachweis an, daß die von Prieſtley als dephlogiſtiſirte Luft bezeichnete Subſtanz in die Zuſammenſetzung mehrerer Säuren eingehe, und er kündigt an, daß vervielfachte Verſuche ihn zu der Erkenntniß geführt haben, dieſe Subſtanz ſei der das Sauerſein bedingende, allen Säuren gemeinſame Beſtandtheil derſelben. Dieſe Subſtanz wolle er demgemäß von jetzt an als das ſäurende oder, wenn man ein griechiſches Wort vorziehe, als das oxygine Princip bezeichnen. Dieſes Princip alſo ſei es, welches aller Wahrſcheinlichkeit nach zuſammen mit Wärme- und Lichtſtoff die reinſte oder Prieſtley's dephlogiſtiſirte Luft bilde, gewiß aber durch Verbindung mit Kohle, Schwefel, Salpeterluft, Phosphor, Metallen die Kreideſäure, Vitriolſäure, Salpeterſäure, Phosphorſäure, Metallkalke. Der Gehalt an dieſem Princip laſſe ſich auch noch für andere Säuren nachweiſen; bei den der ſauren Gährung unterliegenden vegetabiliſchen Subſtanzen werde es zur Bildung der da entſtehenden, je nach der Verſchiedenheit der dieſer Gährung fähigen Subſtanzen ſelbſt verſchiedenen Säuren ſchon bei gewöhnlicher Temperatur aus der Luft aufgenommen; für die Hervorbringung noch anderer Säuren müſſe man das ſäurende Princip in Form einer bereits eingegangenen Verbindung in Anwendung bringen. Dieſes geſchehe namentlich bei der von Bergman beſchriebenen Darſtellung der (ſpäter als identiſch mit der Oxalſäure erkannten) ſ. g. Zuckerſäure durch Behandlung des Zuckers mit Salpeterſäure, und in ähnlicher Weiſe laſſen ſich, wie er in ſpäteren Mittheilungen zeigen werde, aus vielen animaliſchen (Horn, Seide, Lymphe, Wachs z. B.), vegetabiliſchen (flüchtigen und fetten Oelen, Manna, Stärkmehl) und mineraliſchen Subſtanzen (außer aus dem Arſenik auch aus dem Eiſen, wie Lavoiſier in dieſer Abhandlung wiederholt angiebt) Säuren darſtellen.

*) Als der Akademie vorgelegt im September 1777 und geleſen im November 1779 wurde dieſe Abhandlung 1781 in den Memoiren der Akademie für 1778 veröffentlicht.

Digitized by Google

Lavoisier erinnert daran, daß die Salpetersäure eine Verbindung von Salpeterluft und säurendem Princip sei, die rauchende mehr von der ersteren, die nur weiße Dämpfe gebende mehr von dem letzteren enthalte; er selbst gebrauche für seine Versuche immer Säure von derselben Zusammensetzung, welche er angiebt, und kenne dadurch die Menge des säurenden Principes, welche in der bei einer Operation angewendeten Quantität der Säure enthalten sei. Von ihm beschriebene Versuche über die Einwirkung der Salpetersäure auf Zucker leiten ihn zu dem Resultat, daß die Zuckersäure sich durch die Vereinigung des Zuckers mit nahezu einem Drittheil seines Gewichtes an säurendem Princip bilde; die bei der Operation auftretende Kreidesäure stamme aus der Zuckersäure durch Zersetzung derselben, und für die Zusammensetzung des Zuckers ergebe sich, daß er eine Verbindung aus einer kleinen Menge brennbarer Luft mit einer großen Menge kohliger Substanz sei. Lavoisier faßt dann noch einmal zusammen, was den gemeinsamen Gehalt der Säuren und Metallkalke an säurendem oder oxyginem Princip, die aus seinen Versuchen zu folgernde ungleich große Verwandtschaft des letzteren zu verschiedenen Substanzen, die Mannichfaltigkeit der noch zu erwartenden Säuren und die Wichtigkeit der Anwendung der Salpetersäure als einer ihrer Zusammensetzung nach gut bekannten Säure für die Analyse vegetabilischer Substanzen betrifft, und er schließt mit dem Ausspruch, möglicher Weise sei die kohlige Substanz (d. i. was später als Kohlenstoff bezeichnet wurde) in den Vegetabilien ganz fertig gebildet enthalten und resultire dieselbe nicht, wie man Dies bis dahin geglaubt habe, erst aus der Einwirkung des Feuers.

In den Memoiren der Pariser Akademie für 1778 findet sich keine andere uns hier in Betracht kommende, in den für 1779*) keine Abhandlung Lavoisier's. Die für 1780**)

*) Sie wurden 1782 veröffentlicht.

**) Sie wurden 1784 veröffentlicht.

Digitized by Google

enthalten zunächst eine über einige Flüssigkeiten, welche bei einem die mittlere Temperatur nur wenig übersteigendem Wärmegrad in Luftform gebracht werden können; auch bei ihr verweilen wir nicht, wie viel Interesse sie auch, namentlich was die hier benutzten Apparate betrifft, für die Fortschritte der Untersuchungen über die Dämpfe bietet. Ferner eine über verschiedene Verbindungen der Phosphorsäure *), worin vor der Bildung dieser Säure bei dem Verbrennen des Phosphors der Entstehung von Vitriolsäure bei dem Verbrennen des Schwefels als einer allgemein bekannten Thatsache gedacht, als Hauptsache die Einwirkung der Phosphorsäure auf verschiedene Substanzen beschrieben wird. Sodann eine**) über ein eigenthümliches Verfahren, den Phosphor ohne Verbrennung zu Phosphorsäure umzuwandeln, worin er die Darstellung dieser Säure mittelst Salpetersäure beschreibt; Lavoisier erklärt hier die dabei constatirten Vorgänge nach seiner Theorie und bemerkt dann noch, er begreife, daß die Vertheidiger der Stahl'schen Lehre eine andere, ganz annehmbar erscheinende Erklärung für diese Vorgänge geben werden, indem sie eine Ersetzung des Phlogistons im Phosphor durch das in der Salpetersäure enthaltene säurende Princip und eine Phlogistisirung dieser Säure annehmen; wenn er auch weit davon entfernt sei, zu behaupten, daß diese Erklärung bei dem dermaligen Zustande der Kenntnisse eine unhaltbare sei, setze dieselbe doch Unbewiesenes voraus, nämlich daß die rauchende Salpetersäure mehr Phlogiston enthalte als die nicht rauchende, und daß dieses Mehr an Phlogiston aus dem Phosphor stamme; übrigens habe er bei der Aufstellung seiner eigenen Theorie Nichts weiter versprochen, als daß man von der durch Stahl gemachten Annahme eines als Phlogiston bezeichneten besonderen Princips bei der Erklärung der chemischen Vorgänge absehen könne, und mehr und mehr hoffe er, dieses Versprechen erfüllen zu können.

*) Als gelesen im November 1780.
**) Als im März 1780 gelesen.

Digitized by Google

In die Memoiren der Pariser Akademie für 1780 ist endlich auch noch eine Abhandlung von Lavoisier und Laplace über die Wärme aufgenommen, deren ich in dem Nachfolgenden zu erwähnen habe, denn diese Untersuchung wurde jener Akademie erst mehrere Jahre später vorgelegt. Das Zurückdatiren von Abhandlungen, in dem Sinne wie er S. 150 (Anmerkung) erläutert wurde, erreicht für die jetzt zu besprechende Zeit von Lavoisier's Thätigkeit fast seinen Höhepunkt, und ich darf nicht mehr seine Arbeiten in der Reihenfolge, welche ihnen in den Schriften der genannten gelehrten Gesellschaft gegeben und auch noch in der neuesten Ausgabe der Werke Lavoisier's festgehalten ist, besprechen. Eine ganze Anzahl wichtigster Abhandlungen in den Memoiren für 1781 und 1782 wurde der Pariser Akademie erst beträchtlich viel später mitgetheilt. Einiger in diesen Jahrgängen enthaltener, welche später zu setzen weder ausdrückliche Angaben noch andere bestimmtere Anhaltspunkte einen Grund bieten, ist hier zu gedenken. Zunächst der in die Memoiren für 1781*) aufgenommenen, durch Scheele's Schrift von der Luft und dem Feuer veranlaßten Betrachtungen Lavoisier's über die Verkalkung und die Verbrennung; sie geben einen Bericht über die Versuche des ersteren Chemikers, unter Geltendmachung der Ansprüche Lavoisier's auf die Erkenntniß einzelner Gegenstände als eine von Diesem schon vorher gemachte**), und eine Kritik der Ansichten Scheele's (über

*) Dieselben wurden 1784 veröffentlicht.

**) Lavoisier citirt, wo er sich auf eigene Arbeiten bezieht, den Jahrgang der Memoiren der Pariser Akademie, in welche eine der ersteren aufgenommen war. Ich will hier nicht noch einmal auf Das zurückkommen, was als Datum dieser Arbeiten, wie sie hier zur Kenntniß der Chemiker gebracht wurden, das Jahr der Veröffentlichung des betreffenden Jahrganges, theilweise mindestens, als das richtigere erscheinen läßt. Nur bezüglich seiner Bemerkung, daß er schon von 1773 an einen Theil der Versuche mitgetheilt habe, aus welchen er gerade so wie Scheele auf die Zusammengesetztheit der atmosphärischen Luft aus zwei ganz verschiedenen elastischen Flüssigkeiten geschlossen habe, muß ich an das S. 163 ff. Gesagte erinnern. Ueber die Zeit der Ausführung und der Veröffentlichung von Scheele's Untersuchungen vgl. S. 76.

Digitized by Google

diese habe ich S. 76 ff. berichtet), welche die letzteren als complicirt und unwahrscheinlich, und als widerlegt, sobald die Gewichtsverhältnisse mit in Betracht gezogen werden, nachweist. Dann der in die Memoiren für 1782*) aufgenommenen Abhandlung über ein Mittel, die Einwirkung des Feuers und der Hitze bei chemischen Operationen beträchtlich zu verstärken; das Mittel ist, Sauerstoffgas auf eine glühende Kohle (wie schon Priestley u. A. empfohlen hatten) oder in eine Glasbläserlampe zu leiten, und des Gedankens, die Verbrennung eines Stromes von brennbarer Luft in einem von Sauerstoffgas zur Erzeugung hoher Hitzegrade anzuwenden, geschieht darin bereits Erwähnung; eine Beanspruchung der selbstständigen Entdeckung des Sauerstoffgases für Lavoisier findet sich aber auch hier, und zwar zuerst: Ostern 1775 habe er die einige Monate früher mit Trudaine gemachte Entdeckung einer bis dahin unbekannten, durch Reduction des Quecksilberpräcipitates per se erhaltenen Luftart zur Kenntniß des Publicums gebracht, welche Luftart Priestley nahezu in derselben Zeit wie er, und wie er glaube selbst vor ihm, entdeckt**), hauptsächlich aus der Verbindung der Mennige und mehrerer anderer Substanzen mit Salpetersäure dargestellt und als dephlogistisirte Luft benannt habe (vgl. S. 160 f.). Auf die in den Memoiren für 1782 und 1783***) veröffentlichten Abhandlungen über die Einwirkung sehr starker, durch Anwendung von Sauerstoffgas hervorgebrachter Hitze auf verschiedene Mineralsubstanzen hier einzugehen, giebt der Inhalt derselben keine Veranlassung ab; bezüglich anderer, für unsere Betrachtung mehr Interesse bietender Abhandlungen Lavoisier's, die in den Memoiren für

*) Sie wurden 1785 veröffentlicht.

**) Später, 1789 in seinem Traité de chimie, hat Lavoisier nicht einmal mehr die Priorität der Entdeckung in dieser Weise für Priestley gewahrt, sondern von dem Sauerstoff als der Luftart gesprochen, welche durch Priestley, Scheele und ihn fast zu derselben Zeit entdeckt worden sei.

***) Die letzteren wurden 1786 veröffentlicht.

Digitized by Google

1781 bis 1783 enthalten sind, ist aber zu beachten, daß er für die Abfassung derselben durch das Bekanntwerden mit einer bis zum Sommer 1783 ihm verborgen gebliebenen Thatsache von größter Wichtigkeit und die richtige Deutung derselben erst befähigt wurde.

Lavoisier hatte bis dahin seine neue Theorie als eine hingestellt, welche die unbewiesene Annahme des Phlogistons entbehrlich mache und dabei doch für die Verbrennungs- und Verkalkungsvorgänge eine genügende Erklärung gebe. Diese Art der Bekämpfung der Phlogistontheorie war eine ziemlich unwirksame geblieben: kein namhafter Chemiker hatte ihm zugestimmt. Wohl aber waren die Anhänger der Phlogistontheorie zu der Vertheidigung derselben wach gerufen; die schon länger bekannten und die neu entdeckten Thatsachen suchte man, soweit sie den Einzelnen als erhebliche erschienen, im Einklang mit der hergebrachten Lehre oder unter Abänderung derselben, so daß die Annahme des Phlogistons doch immer noch als eine nothwendige, vortheilhafte oder mindestens zulässige gewahrt werde, mit mehr oder weniger Erfolg zu deuten. Ich bespreche diese Versuche, die Phlogistontheorie aufrecht zu erhalten, hier nicht noch einmal eingehender; schon aus der Berichterstattung über die Ansichten der hervorragenderen unter den letzten Anhängern dieser Theorie und über den Zustand des chemischen Wissens vor dem Sturze derselben ist uns, was innerhalb der hier gesteckten Grenzen darüber angegeben werden kann, in genügender Weise bekannt. Aber Etwas war auch damals bereits festgestellt, was sich nach der Phlogistontheorie besser erklärte als nach Lavoisier's neuem System: es war die Bildung der Lösungen von Metallen in Säuren unter Entwickelung von brennbarer Luft. Darüber, daß in allen Lösungen von Metallen in Säuren das Metall verkalkt mit der Säure verbunden ist, war damals bereits kaum bei Einem noch ein Zweifel; diese Wahrheit war von Bergman ganz allgemein und in bestimm-

Digitized by Google

tester Weise ausgesprochen worden (vgl. S. 102 und S. 143 Anmerk.) Die Anhänger der alten Lehre konnten, im Wesentlichen so wie es Cavendish (vgl. S. 69) gethan hatte, erklären, wie die Verkalkung der Metalle bei dem Lösen derselben in Säuren vor sich gehe: unter Austreten des in den Metallen enthaltenen Phlogistons, so daß dieses entweder — für sich oder in Verbindung mit Wasser — als brennbare Luft zum Vorscheine komme, oder daß es sich mit einem Theile der angewendeten Säure zu einer s. g. phlogistisirten Säure vereinige. Die letztere Art der Lösung eines Metalles in einer Säure hatte Lavoisier richtig gedeutet, dahin nämlich, daß dabei der angewendeten Säure Sauerstoff entzogen werde: so bei der Untersuchung der Lösung des Queckſilbers in Salpetersäure (vgl. S. 169 f.) oder in Vitriolsäure (vgl. S. 174). Aber bezüglich der ersteren Art der Lösung eines Metalles in einer Säure blieb er auf die Vermuthung beschränkt, daß auch hier ein Reductionsproduct der angewendeten Säure entstehen möge. Daß bei jeder Lösung eines Metalles in einer Säure die sich entwickelnde Luftart aus der angewendeten Säure durch Zersetzung derselben stamme und je nach der Natur der Säure andere Eigenschaften habe, sagte er ausdrücklich in der ersteren der beiden Abhandlungen, an welche so eben zu erinnern war (der S. 168 ff. besprochenen); und in der Abhandlung über den Pyrophor (vgl. S. 174) fand er nicht nur eine bei der Verbrennung Kohlensäure gebende brennbare Luft (es war Kohlenoxyd) von der bei der Lösung von Metallen in Säuren sich entwickelnden verschieden, sondern glaubte er für die letztere selbst wieder mehrere Arten, je nach der Bereitung mittelst Vitriolsäure oder Salzsäure, unterscheiden zu sollen, und hielt er es für wahrscheinlich, daß jede dieser Arten bei ihrer Verbrennung wieder eine ähnliche Säure gebe, wie die, welche zu ihrer Bereitung gedient hatte. Im Zusammenhange mit solchen Ansichten sprach er in der Abhandlung über die Verbrennung, über welche S. 175 f. zu berichten war, die Behauptung aus, daß bei jeder eigentlichen Verbrennung der verbrannte Körper durch

Digitized by Google

das Zutreten der Substanz, welche sein Gewicht größer werden lasse, zu einer Säure umgewandelt werde. Und die vorgefaßte Meinung, auch bei der Verbrennung der mittelst Metalle und wässeriger Säuren entwickelten brennbaren Luft müsse eine Säure resultiren, ließ ihn bei seinen im Herbst 1777 wie im Winter 1781 auf 1782 zur Feststellung, was bei dieser Verbrennung entstehe, unternommenen Versuchen (er selbst hat später über sie Mittheilung gemacht) einfach Nichts finden, was hierüber Aufschluß gegeben hätte (bei den letzteren Versuchen wurde die schöne Wahrnehmung gemacht, daß auch ein Strom von Sauerstoffgas in einer Atmosphäre von brennbarer Luft mit Flamme brennt); die Anwendung von Wasser und den wässerigen Lösungen alkalischer Substanzen, um das erwartete Verbrennungsproduct zu binden, ließ ihn Das, was dabei sich bildet, nicht erkennen.

Die Geschichte dieser Erkenntniß, welche die Grundlage der Entdeckung der Zusammensetzung des Wassers gewesen ist, bezeichnete Lavoisier später selbst (1789, in seinem Traité de chimie) als eine bestrittene. Sie ist es in der That, noch darüber hinaus wie Lavoisier es meinte, welcher da wohl zunächst eine Bestreitung der von ihm selbst erhobenen Ansprüche im Sinne hatte. Die Geschichte der Entdeckung der Zusammensetzung des Wassers ist eine ziemlich verwickelte, und sie hier in der Ausführlichkeit darzulegen, welche sie verdient, und meine Ansicht bezüglich ihrer in genügender Weise zu begründen, würde die Grenzen, welche ich für dieses Buch einzuhalten habe, überschreiten lassen; an einem anderen Orte*) gebe ich die Einzelnheiten dieser Geschichte und die nöthigen Belege für Das, was ich in dem Folgenden nur nach den Hauptpunkten resumiren darf, immerhin aber soweit etwas eingehender zu besprechen habe, als die Entdeckung der Zusammensetzung des

*) In dem dritten Stücke meiner Beiträge zur Geschichte der Chemie.

Digitized by Google

Wassers für den Abschluß des chemischen Systemes Lavoisier's Bedeutung hat.

Daß bei der zwischen gewissen Metallen und Säuren stattfindenden Einwirkung eine Luftart entwickelt wird, welche brennbar ist und mit gewöhnlicher Luft gemischt bei Annäherung einer Flamme explodirt, war bereits im siebenzehnten Jahrhundert bekannt. Von anderen brennbaren Luftarten wurde die in der angegebenen Weise entwickelte nicht als wesentlich verschieden betrachtet, und auch später noch, nach der Unterscheidung mehrerer Luftarten als durchaus ungleichartiger Körper, wurde Eine brennbare Luft als existirend angenommen, und bei der Besprechung von Versuchen mit derselben findet man zwar öfters angegeben, wie die angewendete brennbare Luft bereitet war, öfters aber auch eine derartige Angabe, als nicht erheblich in Betracht kommend, fehlend. Namentlich gilt Dies noch für Priestley, welcher 1775 angab, daß brennbare Luft mit s. g. dephlogistisirter gemischt stärker explodire, als mit gemeiner Luft gemischt, und daß die stärkste Explosion statt habe bei Entzündung eines Gemisches, das zu $^2/_3$ Volum aus brennbarer, zu $^1/_3$ aus dephlogistisirter Luft bestehe.

Was bei der Entzündung der brennbaren Luft resultire, blieb zunächst unbekannt. Der vergeblichen Versuche, Dies zu erkennen, welche Lavoisier wiederholt anstellte, wurde bereits (S. 184) gedacht; die Andeutungen über die Natur des Productes dieser Verbrennung, welche sich bis dahin aus Beobachtungen Anderer hätten entnehmen lassen, waren unbeachtet und unbenutzt geblieben. Priestley veröffentlichte 1777 eine Mittheilung Warltire's an ihn, daß nach dem Erlöschen der Flamme von brennbarer Luft, welche man in einem mit Wasser abgesperrten Luftraume brennen ließ, Etwas wie ein Nebel sich zeigte; Macquer erwähnte 1778 der Wahrnehmung, daß ein in die Flamme der brennbaren Luft gehaltener kalter Körper sich mit Wasser beschlug; bei Versuchen von Warltire und

Digitized by Google

Priestley, welche in der ersten Hälfte des Jahres 1781 über die, mittelst des electrischen Funkens in geschlossenen Gefäßen eingeleitete Explosion eines Gemisches von brennbarer und gemeiner Luft angestellt und bald bekannt wurden, blieb auch nicht unbemerkt, daß die innere Wandung des Gefäßes nach der Explosion mit Feuchtigkeit beschlagen war. Das bei diesen Versuchen sich zeigende Wasser wurde, soweit der Ursprung desselben überhaupt sich in Betracht gezogen findet, lediglich als aus der angewendeten Luft ausgeschiedene Feuchtigkeit angesehen; davon, daß bei diesen Explosionen eine rußige Substanz zum Vorschein komme, war auch die Rede; für Warltire hatten diese Versuche wesentlich in der Richtung Bedeutung, daß durch sie die Vermuthung geprüft und anscheinend bestätigt werde, das Entweichen der in dem Gefäße bei der Explosion frei werdenden Wärme sei von einer Verminderung des Gewichtes desselben begleitet, während Priestley ihnen lediglich als unterhaltenden Experimenten Beachtung schenkte.

An die zuletzt besprochenen Versuche knüpften die Untersuchungen von Cavendish an, über welche S. 71 f. berichtet wurde; angegeben habe ich da bereits, daß und wie er es feststellte, bei Verbrennung der durch Lösen von Metallen in Säuren entwickelten brennbaren Luft werde diese und der verzehrte Theil der gemeinen Luft oder die verzehrte dephlogistisirte Luft ohne Gewichtsverlust zu Wasser umgewandelt, und Wasser sei das Product der Verbrennung der ersteren Luftart.

Cavendish selbst hat angegeben, daß seine Versuche, welche auf die Explosion der brennbaren Luft mit gemeiner und mit dephlogistisirter Luft Bezug haben, alle im Sommer 1781 angestellt worden seien und daß er Priestley von ihnen Kenntniß gegeben habe. — Bekanntschaft Priestley's mit diesen Versuchen ergiebt sich dann auch aus einer Abhandlung des Letzteren über das Phlogiston und die scheinbare Umwandlung von Wasser in Luft, welche Abhandlung, vom April 1783 datirt, im Juni desselben Jahres vor der Königlichen Gesellschaft zu London gelesen wurde. Priestley erwähnte hier, daß nach

Digitized by Google

der Ansicht Watt's Wasser durch sehr starkes Erhitzen des Dampfes zu Luft umwandelbar sein möge, und beschrieb dann Versuche über anscheinende Umwandlung des Wassers in Luft bei dem Erhitzen des ersteren unter Anwendung von irdenen (porösen) Apparaten. Weiterhin nahm er Bezug auf Cavendish's Versuch über die Rückverwandlung der Luft in Wasser durch Zersetzung der ersteren mittelst zugefügter brennbarer Luft, und sprach er von eigenen hierüber angestellten Versuchen, welche auch ihm ergeben hätten, daß bei der Explosion eines Gemisches von brennbarer und dephlogistisirter Luft, selbst wenn beide Luftarten nicht mit Wasser in Berührung gewesen seien, Wasser zum Vorscheine komme, dessen Gewicht, direct bestimmt, dem der zersetzten (verschwundenen) Luft zu entsprechen scheine. Was Priestley als durch seine Versuche ergeben oder bestätigt betrachtete, konnte er aus ihnen selbst nicht abgeleitet haben; abgesehen davon, wie roh und unsicher seine Ermittelung der Menge des erhaltenen Wassers war und daß darüber, wie das Gewicht der verschwundenen Gase beurtheilt worden sei, jede Angabe fehlt, war Dies schon nach der Natur des Gasgemisches, mit welchem er operirte, unmöglich: nach seiner eigenen Aussage war die brennbare Luft für seine Versuche durch Erhitzen von Holzkohle (unter Mitwirkung von Wasserdampf, was aber damals nicht beachtet wurde) dargestellt, während die dephlogistisirte Luft durch Erhitzen von Salpeter bereitet war. Was ihm Cavendish über seine Versuche bezüglich der Verbrennung der durch Lösung von Metallen in Säuren erhaltenen brennbaren Luft mitgetheilt hatte, scheint Priestley als auch aus seinen eigenen, zur Prüfung dieser Resultate obenhin und unter Confusion der nach verschiedenen Weisen bereiteten Arten brennbarer Luft angestellten Versuchen sich ergebend angenommen zu haben.

Ohne Bezugnahme auf Cavendish, soweit sich ersehen läßt, theilte Priestley im März 1783 an Watt als Ergebniß seiner Versuche mit, daß bei der durch den electrischen Funken eingeleiteten Explosion eines abgeschlossenen Gemisches von

Digitized by Google

trockner dephlogistisirter und trockner brennbarer Luft die Luft zum Verschwinden gebracht werde, aber Wasser zum Vorscheine komme, dessen Gewicht dem der angewendeten Luft gleich sei. Watt setzte im April 1783 mehrere Freunde brieflich davon in Kenntniß, welche Schlußfolgerung bezüglich der Natur des Wassers er aus dieser Thatsache ziehe. Brennbare Luft sei (wie namentlich daraus hervorgehe, daß sie durch Metallkalke unter Reduction derselben absorbirt werde) Phlogiston selbst, und Wasser eine aus brennbarer Luft oder Phlogiston und dephlogistisirter Luft unter Verlust eines Theiles der latenten Wärme derselben gebildete Verbindung. Namentlich in einem gegen Ende April an Priestley nach London gerichteten Briefe legte Watt diese seine Theorie über die Natur des Wassers, zusammen mit seinen Vorstellungen über die der brennbaren Luft und die der dephlogistisirten Luft (daß dieselbe Wasser sei, welchem Phlogiston entzogen und Wärme- und Lichtstoff zugefügt sei) nebst der Erörterung einiger anderer sich anschließender Gegenstände, auch der Umwandlung von Wasser in Luft, dar. — In diesen Briefen ist zuerst die Ansicht ausgesprochen, daß das Wasser etwas Zusammengesetztes sei; kein Schriftstück liegt aus ebenso früher Zeit vor, in welchem dieselbe Schlußfolgerung als eine von Cavendish aus seinen Versuchen gezogene angegeben wäre. Was die von Watt als Bestandtheile des Wassers betrachteten Substanzen betrifft, so ist neben der dephlogistisirten Luft als dem einen, Phlogiston oder brennbare Luft als der andere genannt. Viel ist darüber discutirt worden, ob, was sich hier als Phlogiston oder brennbare Luft bezeichnet findet, als identisch mit Dem, was später Wasserstoff genannt wurde, zu nehmen sei. Ich bemerke bezüglich dieser Frage hier nur Folgendes. Von der Darstellungsweise für das als brennbare Luft Bezeichnete ist bei Watt nicht die Rede; er nahm offenbar wie Priestley die Existenz Einer brennbaren Luft an, und diese sei Phlogiston in Luftform. Das Phlogiston war ihm aber noch ein Grundstoff, welcher auch in den Metallen, der Kohle, dem Schwefel, dem Phosphor u. A. enthalten sei. Ausdrücklich hob Watt da-

Digitized by Google

mals wie später hervor, daß sich dephlogistisirte Luft mit Phlogiston auch zu Anderem als Wasser vereinigen könne; die fixe Luft (die Kohlensäure) hielt er z. B. für eine Verbindung aus denselben Bestandtheilen, welche er auch in dem Wasser annahm, und die phlogistisirte Luft (der Stickstoff) sei gleichfalls eine Verbindung aus Phlogiston und dephlogistisirter Luft.

Jener Brief Watt's an Priestley war zur Vorlage an die Königliche Gesellschaft zu London bestimmt. Die Vorlage unterblieb dann auf Watt's Wunsch, weil neuere Versuche Priestley's ihm die vermeintliche Umwandlung des Wassers in Luft in etwas anderem Licht erscheinen ließen als früher; der Inhalt des Briefes wurde indessen mehreren Mitgliedern jener Gesellschaft, darunter auch Cavendish's Freund Blagden bekannt. Letzterer hat später (in einem 1786 veröffentlichten Schreiben an Crell) angegeben, daß im Frühjahr 1783 ihm und einigen Anderen Cavendish als Resultat seiner Versuche mitgetheilt habe, dephlogistisirte Luft sei Wasser, das seines Brennbaren beraubt sei, und Wasser dephlogistisirte Luft, welchem Phlogiston zugetreten sei; und daß um dieselbe Zeit man die Nachricht nach London gebracht habe, Watt sei zu einer ähnlichen Ansicht gekommen. — Blagden setzte im Sommer 1783 in Paris Lavoisier von diesen Versuchen und Ansichten in Kenntniß (vgl. S. 142 Anmerk.), und Dieser stellte gemeinsam mit Laplace im Juni 1783 den Versuch an, in einem abgeschlossenen Raume zugeleitete brennbare Luft mittelst zugeleiteter dephlogistisirter Luft zu verbrennen. Wasser wurde in erheblicher Menge erhalten; daß das Gewicht desselben dem der verzehrten Luftarten entspreche, wurde eher indirect daraus geschlossen, daß bei dem Verschwinden der letzteren nichts Anderes als Wasser erhalten worden war, als aus einer directen Ermittelung. Von diesem Resultate machten Lavoisier und Laplace sofort der Pariser Akademie Mittheilung und zugleich von der Schlußfolgerung, daß das Wasser keine einfache Substanz sondern aus den beiden genannten Luftarten zusammengesetzt sei. — Zu demselben Resultate, was das Auftreten von Wasser bei dem Ver-

Digitized by Google

brennen der mittelst Eisen und verdünnter Vitriolsäure entwickelten brennbaren Luft betrifft, kam bald nachher Monge durch einen in ähnlicher Weise zu Mézières angestellten Versuch, bei welchem auch das Gewicht der verzehrten Gase mit größerer Sorgfalt festgestellt und eine sehr annähernd eben so große Menge Wasser erhalten wurde.

Lavoisier las dann im November 1783 vor der Pariser Akademie eine Abhandlung über die Natur des Wassers und über Versuche, welche zu beweisen scheinen, daß diese Substanz nicht ein eigentliches Element sondern der Zersetzung und Wiederzusammensetzung fähig ist*). Als die Möglichkeit der Synthese des Wassers beweisend wird hier der im Juni von Lavoisier und Laplace ausgeführte Versuch besprochen, welcher angestellt worden sei zur Prüfung des von Cavendish gefundenen Resultates, daß bei dem Verbrennen von brennbarer Luft in trocknen Gefäßen eine bemerkliche Menge Feuchtigkeit sich ausscheide; es wird auf den von Monge ausgeführten Versuch Bezug genommen und weiter erwähnt, daß nach neueren Nachrichten auch Cavendish denselben Versuch in verschiedener Weise mit demselben Resultate wiederholt habe. Zur Zersetzung des Wassers habe Lavoisier in eine mit Quecksilber gefüllte und abgesperrte Glasglocke etwas Wasser und Eisenfeile gebracht; unter Verkalkung des Eisens durch Aufnahme von dephlogistisirter Luft aus dem Wasser habe sich der andere Bestandtheil desselben, brennbare Luft, entwickelt. Ein weites Feld von Versuchen eröffne sich jetzt, und Veranlassung sei für Lavoisier gegeben, zu glauben, daß häufig Wasser da zersetzt werde, wo man bisher Zersetzungen anderer Körper angenommen habe. So namentlich bei der Lösung der Metalle in Vitriolsäure, wo — nach Versuchen, welche theilweise gemeinsam mit Laplace ausgeführt seien — die zu der

*) Darüber, was diese Abhandlung in ihrer ursprünglichen Redaction enthielt, giebt die Mittheilung über dieselbe im Dezemberhefte des Journal de Physique für 1783 Aufschluß.

Digitized by Google

Verkalkung nöthige dephlogistisirte Luft aus dem vorhandenen Wasser stamme, während der andere Bestandtheil desselben als brennbare Luft frei werde. Das Wasser werde auch zersetzt bei der geistigen Gährung, wohl auch bei der Vegetation, bei welcher die Bildung der verbrennlichen Substanz der Pflanzen vermuthlich auf der brennbaren Luft aus dem Wasser beruhe, und mit höchster Wahrscheinlichkeit noch bei vielen anderen Operationen der Natur und der Kunst.

Lavoisier's Abhandlung wurde ausführlicher und mit mehrfachen Zusätzen, das Geschichtliche und später erst angestellte Versuche betreffend, 1784 veröffentlicht*). Die Entdeckung der Zusammensetzung des Wassers ist hier in der Art dargelegt, wie Lavoisier jetzt sie anerkannt zu sehen wünschte. Es wird zunächst noch unentschieden gelassen, ob es mehrere Arten brennbarer Luft gebe oder im Wesentlichen nur Eine; aber mit Bestimmtheit wird erklärt, daß die brennbare Luft, von welcher in diesem Aufsatze gesprochen werde, die durch Auflösen von Eisen oder Zink in Vitriol- oder Salzsäure zu erhaltende und wegen ihrer in dieser Abhandlung nachzuweisenden Abstammung aus dem Wasser als entzündliche Luft oder entzündliches Princip des Wassers zu bezeichnende sei. Bei dem Verbrennen von etwas weniger als 2 Volumen dieser Luft mit 1 Volum Lebensluft (Sauerstoffgas) in geschlossenem Raume verschwinden beide Luftarten und an ihrer Stelle finde man ein gleich großes Gewicht Wasser. Die Anteriorität der Entdeckung dieser Thatsache sei angezweifelt worden, bemerkte Lavoisier, und er wolle angeben, wie er zu ihr geführt worden sei. Die Entdeckung wird nun als in weiterer Verfolgung der von Lavoisier schon früher (vgl. S. 184) fruchtlos unternommenen Versuche, durch Lavoisier und Laplace im Juni 1783 selbstständig gemacht hingestellt; von Macquer's Wahrnehmung (vgl. S.

*) Als vor der Akademie gelesen im November 1783 und mit dem Bemerken, daß Zusätze, welche sich auf die nachher von Lavoisier und Meusnier ausgeführte Untersuchung beziehen, gemacht seien, in den Memoiren für 1781.

Digitized by Google

185) wird als einer von Lavoisier früher nicht gekannten gesprochen, Dessen, was Cavendish gefunden habe, jetzt lediglich in der S. 141 Anmerk. hervorgehobenen Weise erwähnt, aber Monge's Versuch als eines einige Tage nach Anstellung des Versuches von Lavoisier und Laplace den Letzteren bekannt gewordenen gedacht. Ziehe man außer diesen ersten Versuchen auch neuere, von Lavoisier und Meusnier gemeinsam ausgeführte in Betracht, so scheine sich zu ergeben, daß für die Bildung von Wasser sich 12 Volume Lebensluft mit 22,924 Volumen brennbarer Luft vereinigen, was dem Gewichte nach 86,87 Procent des ersteren und 13,13 Procent des letzteren Bestandtheiles entspreche*). Zur Vervollständigung des durch die Synthese des Wassers erbrachten Beweises, daß dieser bisher als ein Element betrachtete Körper ein zusammengesetzter sei, müsse der letztere aber auch zerlegt werden. Eine Zerlegung des Wassers erscheine als möglich durch die Einwirkung einer Substanz, welche zu dem einen der Bestandtheile größere Verwandtschaft habe als der andere. Für verschiedene Substanzen: Eisen, Zink und Kohle, sei die große Verwandtschaft zum Sauerstoff Lavoisier bereits bekannt gewesen; auf Angaben Anderer nimmt er hier Bezug, welche er jetzt richtig als Wegweiser deutete, wie die Zerlegung des Wassers zu bewirken sei: daß brennbare Luft nach Bergman's Angabe bei dem Verkalken von Eisenfeile in reinem Wasser, nach Fontana's Wahrnehmung bei dem Auslöschen glühender Kohlen in Wasser, nach einer an Sage aus Deutschland gekommenen Benachrichtigung bei dem Ablöschen von glühendem Eisen unter Wasser sich entwickelt; und Lavoisier theilt auch die ihm von Laplace im September

*) Darauf, wie Lavoisier in späterer Zeit für die Zusammensetzung des Wassers wiederholt etwas andere Verhältnisse als die richtigeren betrachtete, kann ich hier nicht eingehen; viele und wichtige Berechnungen hat er unter Zugrundelegung des Resultates ausgeführt, welches ihm Versuche ergaben, die er mit Meusnier im Anfange des Jahres 1785 anstellte: daß das Wasser 85 Procent Sauerstoff und 15 Procent Wasserstoff enthalte.

Digitized by Google

1783 ausgesprochene Vermuthung mit, daß die Entwickelung von brennbarer Luft bei dem Lösen von Metallen in Säuren auf einer Zersetzung des vorhandenen Wassers beruhen möge. Lavoisier's Versuche über die Zerlegung des Wassers scheinen sich zunächst auf die schon oben erwähnte Zersetzung desselben durch Eisenfeile bei gewöhnlicher Temperatur beschränkt zu haben; nach der Angabe seiner hierüber gemachten Beobachtungen wendet er sich zu der Erörterung, daß bei der durch Priestley beschriebenen Reduction von Metallkalken durch brennbare Luft gleichzeitig Wasser aus seinen Bestandtheilen zusammengesetzt werde und hierauf auch, in Folge eines Gehaltes der Holzkohle an dem brennbaren Bestandtheile des Wassers, das Auftreten des letzteren Körpers bei Lavoisier's Versuchen über die Reduction der Mennige mittelst Kohle beruhte. Eine Wiederaufnahme der Versuche über die Zerlegung des Wassers sei für ihn und Meusnier im Winter 1783 auf 1784 durch die Bearbeitung der Aufgabe veranlaßt worden, brennbare Luft für die Füllung von Luftballons in größeren Mengen darzustellen. Diese Versuche leiteten zu der Zersetzung des Wassers durch Einwirkung von Eisen auf dasselbe bei erhöhter Temperatur und zu der Untersuchung, welche metallische Substanzen in der Hitze das Wasser zerlegen. Zersetzung des Wassers finde, wie hier wiederholt wird, in der Natur in großem Maßstab und namentlich bei der Vegetation statt, wo der entzündliche Bestandtheil des Wassers den kohligen Bestandtheil der Pflanzen und Alles, was sie Verbrennliches enthalten, bilde; sie habe auch statt bei der geistigen Gährung, wo ein Theil des kohligen Bestandtheiles des Zuckers sich mit dem säurebildenden des Wassers zu fixer Luft, ein anderer Theil des ersteren Bestandtheiles sich mit dem entzündlichen des Wassers zu Weingeist vereinige, und diese Zusammensetzung des Weingeistes werde durch die Verbrennungsproducte desselben: die Bildung von fixer Luft und Wasser, außer Zweifel gestellt.

Das Jahr 1784 brachte noch die ausführlichere Mittheilung der von Lavoisier und Meusnier gemeinsam angestellten

Digitized by Google

Versuche über die Zerlegung des Wassers*) durch die Einwirkung von Metallen, namentlich Eisen, und von Kohle in erhöhter Temperatur (die letztere Einwirkung wurde damals noch als Zersetzung des Wassers durch einfache Wahlverwandtschaft unter Bildung von fixer Luft und Ausscheidung des entzündlichen Bestandtheiles des Wassers im freien Zustande betrachtet); sodann**) die Abhandlungen von Cavendish***) und von Watt†), in welchen die S. 71 ff. besprochenen Versuche und Schlußfolgerungen des Ersteren, die S. 188 f. besprochenen Ansichten des Letzteren dargelegt sind. Ich brauche nicht über den Inhalt dieser Abhandlungen noch ausführlichere Mittheilungen zu machen, und ich enthalte mich auch hier eines Eingehens auf die so vielfach discutirte Frage, ob Cavendish zu seiner Schlußfolgerung über die Natur des Wassers erst durch die Bekanntschaft mit Watt's Ansicht gekommen sei. — Monge's Abhandlung über das Resultat der Verbrennung der brennbaren Luft mit dephlogistisirter in geschlossenen Gefäßen wurde erst 1786 veröffentlicht††). Seine Versuche umfassen, außer der Construction der für sie ersonnenen Apparate, die Bestimmung der Gewichte gewisser Volume gemeiner, dephlogistisirter und (durch Lösen von Eisen in verdünnter Schwefelsäure erhaltener) brennbarer Luft, und die oft wiederholte Verbrennung eines Gemisches der beiden letzteren in einem und demselben abgeschlossenen Raume; sie seien, giebt Monge an, im Juni und Juli 1783 ausgeführt, im October desselben Jahres wiederholt wor-

*) Gleichfalls in den 1784 veröffentlichten Memoiren der Pariser Akademie für 1781, als vor der Akademie gelesen im April 1784.

**) In den Philosophical Transactions für 1784.

***) Als vor der Königlichen Gesellschaft zu London gelesen im Januar 1784.

†) Als vor derselben Gesellschaft gelesen, im April 1784, in Form eines im November 1783 an Deluc gerichteten Schreibens und unter besonderer Hervorhebung des bereits in dem S. 188 erwähnten Brief an Priestley Enthaltenen.

††) In den Memoiren der Pariser Akademie für 1783.

Digitized by Google

den, und es sei ihm unbekannt gewesen, daß sie von Cavendish bereits einige Monate früher in kleinerem Maßstab und von Lavoisier und Laplace nahezu gleichzeitig unter Anwendung eines etwas geringere Genauigkeit zulassenden Apparates angestellt worden seien. Als Verbrennungsproduct wurde Wasser erhalten, dessen Gewicht dem der verzehrten Gase sehr nahe kam; daraus sei entweder zu schließen, daß das Wasser eine Verbindung der in den beiden Gasen mit Wärmestoff vereinigten verschiedenen Substanzen sei, oder, daß die beiden Gase Verbindungen aus Wasser mit verschiedenen elastischen Flüssigkeiten seien, welche letztere sich bei der Verbrennung zu Wärme und Licht vereinigen. Beide Schlußfolgerungen seien auffallende, und namentlich der ersteren stehen erhebliche Bedenken entgegen; eine Entscheidung über diesen Gegenstand sei erst von späteren Untersuchungen zu erwarten.

Die Geschichte einer der wichtigsten Entdeckungen, mit welchen das chemische Wissen überhaupt bereichert worden ist, hatte ich hier zu erzählen. Wie viele berühmte Namen auch in dem Vorhergehenden, als an dieser Entdeckung betheiligt, zu nennen waren und wie ungleich auch die für verschiedene Forscher geltend zu machenden Ansprüche beurtheilt worden sind: nachdem diese Entdeckung gemacht war, hat Keiner von ihr für die Vervollständigung der Erklärung chemischer Vorgänge und für die Benutzung zu weiteren Schlußfolgerungen solchen Gebrauch zu machen gewußt, als Lavoisier.

Erst nach der Zeit, zu welcher Lavoisier mit der Zusammensetzung des Wassers bekannt wurde, d. h. erst nach dem Sommer 1783, erhielt die wissenschaftliche Welt und zunächst die Pariser Akademie von einer Reihe von Untersuchungen Lavoisier's Kenntniß, welche man nach dem Jahrgange der Memoiren der genannten Gesellschaft, in welchem sie veröffentlicht wurden, viel früher zu datiren versucht sein könnte. Letzteres

Digitized by Google

gilt übrigens auch für die, in diesen Memoiren für 1780 stehende, an wichtigen Resultaten überreiche erste Abhandlung von Lavoisier und Laplace über die Wärme*), in welcher das Resultat der Versuche dieser Forscher über die latente Schmelzwärme des Eises mitgetheilt ist, das Eis-Calorimeter und die mit demselben über die specifische Wärme mehrerer Körper, über die bei verschiedenen chemischen Vorgängen, namentlich bei Verbrennungen und auch bei dem Athmen von Thieren statthabenden Wärmewirkungen unternommenen Versuche beschrieben und theoretische Erörterungen, ganz besonders auch auf die Thermochemie bezügliche, dargelegt sind, über welche eingehender zu berichten ich mich nur ungern enthalte; aber es stehen diese Untersuchungen doch nicht in so nahem Zusammenhange mit der Reform des chemischen Wissens, daß ich hier die Betrachtung des Vorschreitens derselben durch ein längeres Verweilen bei dieser ausgezeichneten Arbeit unterbrechen dürfte. Die in die Memoiren für 1781**) aufgenommene Abhandlung der nämlichen beiden Forscher über die Absorption von Electricität bei dem Verdampfen der Körper veranlaßt nicht zu einer Besprechung derselben. Kurz zu verweilen haben wir auch nur bei dem (1785) in den Memoiren für 1782 veröffentlichten Aufsatz über die Verbindung der Salpeterluft (des Stickoxyds) mit den athembaren Luftarten und die daraus bezüglich der Gesundheit der letzteren zu ziehenden Schlußfolgerungen***), in welchem Lavoisier die Theorie des Salpetergas-Eudiometers richtiger gab als Cavendish, welcher sich gleichzeitig mit demselben Gegenstande beschäftigte, für den Sauerstoffgehalt der Luft aber zu weniger genauen Resultaten kam†).

*) Dieselbe wurde vor der Pariser Akademie im Juni 1783 gelesen; veröffentlicht wurde sie 1784 in den Memoiren für 1780.

**) 1784 veröffentlicht.

***) Dieser Aufsatz war der Pariser Akademie im Dezember 1783 vorgelegt.

†) Lavoisier leitete aus seinen Versuchen den Sauerstoffgehalt der Luft, den er übrigens noch als möglicherweise wechselnd betrachtete, zu

Digitized by Google

Mit der Zusammensetzung des Wassers war Lavoisier bekannt bei der Ausführung der Untersuchungen, welche er in seiner, in die Memoiren der Pariser Akademie für 1781*) aufgenommenen Abhandlung über die Bildung der als fixe Luft oder Kreidesäure benannten, von ihm von nun an als Kohlensäure zu bezeichnenden Säure mitgetheilt hat. Hier wurde die seitdem stets festgehaltene Unterscheidung zwischen Kohlenstoff und Kohle mit Bestimmtheit aufgestellt; hier der Wasserstoffgehalt gewöhnlicher Kohle aus der Bildung von Wasser bei dem Verbrennen derselben in Sauerstoff erschlossen, die Menge dieses Wassers aus der Differenz der Gewichte der angewendeten Kohle und des verzehrten Sauerstoffs einerseits und der entstandenen Kohlensäure andererseits bestimmt und aus dieser Menge Wasser auf Grund der bekannten Zusammensetzung des letzteren der Betrag jenes Wasserstoffgehaltes gefolgert; hier aus solchen Versuchen und ähnlichen mit Wachs, unter Annahme genauerer Kenntniß der Gewichte gewisser Volume des Sauerstoff- und des Kohlensäuregases als wirklich erreicht war, aus ähnlich angestellten Versuchen, bei welchen Kohle durch Erhitzen mit Quecksilberoxyd oder Mennige verbrannt wurde, u. a. die Zusammensetzung der Kohlensäure zu 28 Gewichtsprocenten Kohlenstoff auf 72 Sauerstoff abgeleitet. — Mit der Zusammensetzung des Wassers war Lavoisier bekannt, als er die in die Memoiren der Pariser Akademie für 1782**) aufgenommenen allgemeinen Betrachtungen über die Auflösung der Metalle in den Säuren schrieb, wo er es als etwas noch weniger Bekanntes hinstellte, daß auch bei dieser Auflösung eine Verkalkung der Metalle statt habe, unter Vereinigung des Metalles mit Sauerstoff, welcher aus der angewendeten Säure oder aus dem vorhandenen Wasser stamme; die Auflösung der Metalle in wässerigen Säuren betrachtete er hier in allgemeinster Weise, zur

25,0 bis 25,3 Volumprocenten ab; bezüglich Cavendish's Resultate vgl. S. 70 f.

*) Dieselben wurden, wie bereits erinnert, 1784 veröffentlicht.

**) Dieselben wurden 1785 veröffentlicht.

Digitized by Google

Darlegung der qualitativen Vorgänge und als Anhaltspunkte zur Angabe der quantitativen Verhältnisse bei denselben Formeln benutzend, für welche er theilweise die seit länger her gebräuchlichen chemischen Zeichen, theilweise neue den ersteren sich anschließende gebrauchte, und die chemischen Erscheinungen suchte er einer Berechnung zu unterwerfen, welche indessen nicht etwa auf die Stöchiometrie Bezügliches anstrebte oder vorbereitete, sondern die Ermittelung, welche Mengen verschiedener Substanzen bei complicirteren chemischen Vorgängen zur Einwirkung kommen, zum Gegenstande hatte und auf die Kenntniß numerischer Werthe für verschiedene Verwandtschaftsgrößen gerichtet war. In dieser Abhandlung setzte Lavoisier noch voraus, man sei vielleicht darüber erstaunt, daß er in keiner der seit den letzten Jahren der Akademie gemachten Mittheilungen auch nur ein einziges Mal das Wort Phlogiston ausgesprochen habe; aber Diejenigen, welche sich des in der früheren Abhandlung über die Verbrennung (vgl. S. 175 f.) hierüber Behaupteten erinnern, würden wohl leicht die Ursache einsehen: nämlich daß er die Existenz dieses Princips als etwas ganz Hypothetisches betrachte; die durch Stahl gemachte Annahme dieses Wesens habe die Chemie, statt sie zu erhellen, zu einer dunkelen und Denen, die sie nicht in ganz eingehender Weise studirt haben, unverständlichen Wissenschaft gemacht; das Phlogiston sei ein Deus ex machina, Etwas was Alles erklären solle und Nichts erkläre, Etwas, dem man der Reihe nach ganz entgegengesetzte Eigenschaften zuschreibe. Er sprach da aus, er werde alsbald in besonderen Abhandlungen hierauf zurückkommen und auf alle für den Nachweis nöthigen Einzelnheiten eingehen, daß die Existenz des Phlogistons in keinerlei Art bewiesen sei und man der Annahme desselben für die Erklärung der physikalischen und chemischen Erscheinungen entbehren könne. Aber was er hierüber zu sagen habe, sei noch nicht zur Reife gediehen, und er müsse zuvor über die Untersuchungen Mittheilung machen, welche er bezüglich der Verwandtschaften des Sauerstoffs zu den verschiedenen Substanzen ausgeführt habe.

Digitized by Google

An diesen Aufsatz schloß sich ein, gleichfalls in die Memoiren für 1782 aufgenommener über die Ausfällung von Metallen aus den Lösungen derselben durch Metalle*) an. Bergman hatte kurz vorher eine Bestimmung des relativen Gehaltes der verschiedenen Metalle an Phlogiston versucht: fälle ein Metall ein anderes aus, so müsse das sich lösende an das sich ausscheidende das für die Annahme des metallischen Zustandes nöthige Phlogiston geben, und dieselbe Menge Phlogiston also in den verschiedenen Quantitäten des sich lösenden und des sich ausscheidenden Metalles enthalten sein; Lavoisier benutzte Bergman's Bestimmungen unter richtigerer Deutung des Vorganges: daß diese verschiedenen Quantitäten der beiden Metalle sich mit gleichviel Sauerstoff zu den in Lösung eingehenden Oxyden verbinden, und unter Zuziehung seiner eigenen Ermittelung des absoluten Sauerstoffgehaltes des Quecksilberoxydes leitete er aus jenen Bestimmungen den mehrerer anderer Oxyde ab. Ein anderer in demselben Jahrgange der Memoiren stehender Aufsatz**) handelte dann über die Verwandtschaft des Sauerstoffs zu den verschiedenen Substanzen, mit welchen er sich zu vereinigen vermag; Lavoisier stellte hier diese Substanzen in der Reihenfolge zusammen, nach welcher die Verwandtschaft derselben zum Sauerstoff eine kleinere wird, an die Form sich anschließend, welche schon lange für solche Angaben die übliche gewesen war (vgl. S. 106 f.); die Verwandtschaftsäußerungen auf nassem Wege sind die von ihm vorzugsweise berücksichtigten und er hat ausführliche Erläuterungen darüber gegeben, welche Thatsachen er der Aufstellung dieser Verwandtschaftstabelle zu Grunde legte. Und derselbe Jahrgang der Memoiren enthält auch noch seine Abhandlung über die Vereinigung des Sauerstoffs mit dem Eisen***), welche zur Kenntniß der verschiedenen

*) Dieser Aufsatz war der Pariser Akademie vorgelegt im Dezember 1783.

**) Derselbe wurde der Pariser Akademie gleichzeitig mit dem vorbesprochenen vorgelegt.

***) Als gleichzeitig mit den beiden vorhergehenden Aufsätzen der Pariser Akademie vorgelegt.

Digitized by Google

Oxydationsstufen dieses Metalles erheblich beigetragen hat, und eine über die Natur der Luftarten, die sich aus einigen gährenden thierischen Substanzen entwickeln.

Aber schärfer ging jetzt Lavoisier vor gegen die Phlogistontheorie in der Auffassung derselben, wie sie Viele noch als mit den neueren Entdeckungen verträglich betrachteten, und geradezu gegen die Annahme des Phlogistons überhaupt. Die in die Memoiren der Pariser Akademie für 1783*) aufgenommenen neuen Betrachtungen über die Gewichtszunahme, welche bei dem Verbrennen des Schwefels und des Phosphors statt hat, und über die Ursache, auf welcher dieselbe beruht, richteten sich namentlich gegen Bergman's Ansicht, daß der Gehalt an gebundener Wärme das Gewicht eines Körpers mitbedingen könne (vgl. S. 83), und gegen die von diesem Chemiker getheilte Ansicht Scheele's, daß die Verminderung des Volumes der Luft bei Verbrennungen in ihr auf dem Zusammentreten von s. g. Lebensluft (Sauerstoff) und Phlogiston zu Wärme beruhe (vgl. S. 77 f.). Lavoisier zeigte — der Versuch erinnert an einen von Cavendish (vgl. S. 71) angestellten —, daß bei dem Verbrennen von Phosphor in einem festgeschlossenen Gefäße keine Gewichtsabnahme des Ganzen statt hat, wie es der Fall sein müßte, wenn der freiwerdenden und entweichenden Wärme Gewicht zukäme, und daß auch Wasser, welches in Glasgefäße eingeschmolzen ist, tropfbar-flüssig und gefroren, trotz der minderen Menge gebundener Wärme im letzteren Falle, genau dasselbe Gewicht zeigt; in der bestimmtesten Weise wies er die von den genannten Chemikern gegebene Erklärung der Verbrennungserscheinungen als eine unzulässige zurück. — Einen noch schwereren Schlag gegen das ältere chemische System führte Lavoisier in der, in denselben Jahrgang der Memoiren aufgenommenen Abhandlung: Betrachtungen über das Phlogiston, als Fortsetzung zu der 1777**) veröffentlichten Theorie der

*) Dieselben wurden 1786 veröffentlicht.

**) Lavoisier meinte damit, daß die S. 175 f. besprochene Abhandlung über die Verbrennung in dem Jahrgange der Memoiren der

Verbrennung und der Verkalkung. Er hob hier hervor, daß die Entdeckung, die reine oder s. g. Lebensluft bestehe aus einer eigenthümlichen Substanz und Wärmestoff, die Erklärung der Verbrennungs- und Verkalkungserscheinungen erstaunlich vereinfacht habe. Aber wenn sich jetzt Alles in genügender Weise ohne Zuziehung des Phlogistons erklären lasse, so werde es schon hierdurch im höchsten Grade wahrscheinlich, daß dieses gar nicht existire und die Annahme desselben etwas ganz Unnöthiges sei. Wenn er sich aber auch mit diesem negativen Beweise vielleicht begnügt haben könnte, so sei es doch nun an der Zeit, daß er sich in bestimmterer Weise über eine Ansicht ausspreche, welche er als eine für die Chemie verderbliche betrachte und die ihm die Fortschritte dieser Wissenschaft erheblich verzögert zu haben scheine. Stahl habe seinen Ruhm durch zwei Entdeckungen begründet, welche immerwährende Wahrheiten und von jedem System unabhängig seien: daß die Verkalkung der Metalle ein mit der Verbrennung ganz übereinstimmender Vorgang sei, und daß die Brennbarkeit von einem Körper auf einen anderen übertragen werden könne. Stahl habe die Uebertragung dieser Eigenschaft als auf der Uebertragung eines bestimmten Stoffes, des Phlogistons, beruhend betrachtet, welchem er auch Gewicht zuerkannt habe. Damit stehe, was bezüglich der Gewichtszunahme bei der Verkalkung constatirt sei, in Widerspruch, und die Versuche einzelner Anhänger der Phlogistontheorie, die letztere auch mit diesen Thatsachen in Einklang zu bringen, seien, wenn auch für Manches Etwas wie eine Erklärung ermöglichend, doch unzureichend; er weist Dieses in Einzelnheiten nach, in deren Verfolgung wir hier nicht eingehen können, aber außerdem auch, wie weit sich diese neueren Abänderungen der Phlogistontheorie von der ursprünglichen Lehre Stahl's entfernen; er deckt die Widersprüche auf, in welche die Anhänger der Phlogistontheorie bei ihren Erklärungen gefallen waren, auch bezüglich der Mein-

---

Pariser Akademie für 1777 stehe; veröffentlicht wurde dieser Jahrgang erst 1780.

Digitized by Google

ungen, welche Eigenschaften der Körper noch außer der Brennbarkeit auf einem Gehalt an Phlogiston beruhen sollen. Alle diese Betrachtungen rechtfertigen nach Lavoisier seine Behauptung, daß die Chemiker aus dem Phlogiston ein unbestimmtes Princip gemacht haben, welches nicht streng definirt sei und sich gerade deßhalb allen Erklärungen anpasse, für die man es benutzen wolle; wie ein wahrer Proteus wandele es in jedem Augenblicke seine Gestalt. Es sei Zeit, die Chemie zu einer strengeren Art zu urtheilen zurückzuführen, thatsächlich Festgestelltes von Theoretischem und Hypothetischem zu scheiden. Bevor Lavoisier Dies in der Darlegung seiner eigenen Ansichten über die Verbrennung und Verkalkung versucht, erörtert er noch einmal die Natur der Wärme und die Wirkungen derselben; dann geht er zu der Besprechung der hauptsächlichsten Vorgänge über, welche bei der Verbrennung und der Verkalkung stattfinden, und erklärt dieselben nach seinem Systeme; auch hierfür brauchen wir ihm nicht mehr in die Einzelnheiten zu folgen. Er schließt diese Abhandlung mit dem Ausspruch, er habe in ihr nur neue Beweise für seine bereits 1777 veröffentlichte Verbrennungstheorie geben und zeigen wollen, daß Stahl's Phlogiston lediglich etwas Eingebildetes sei und ohne Annahme dieses Wesens sich die Thatsachen einfacher und leichter erklären lassen, als mit derselben; er erwarte nicht, daß seine Ansichten sofort angenommen werden, bei der Schwierigkeit für Viele, von gewohnten Vorstellungen abzugehen; die Zeit habe die hier dargelegten Ansichten zu bestätigen oder zu beseitigen, aber mit großer Befriedigung sehe er jetzt schon, daß die ohne vorgefaßte Ansicht in das Studium der Wissenschaft Eintretenden, die unbefangenen Mathematiker und Physiker nicht mehr an das Phlogiston in dem Sinne Stahl's glauben und die ganze Lehre von demselben mehr als ein hinderndes denn als ein nützliches Gerüste für den Weiterbau der Chemie betrachten.

In der That: blickt man auf Die, welche zuerst mit Lavoisier gemeinsam oder in seinem Geiste arbeiteten, so fin-

Digitized by Google

det man Solche, welche der Mathematik und mathematischen Physik vorzugsweise ihre Kräfte zugewendet haben: Männer wie Laplace, Meusnier, Monge. Unter den Chemikern hatte Lavoisier mit seinen Ansichten lange Zeit so gut wie allein gestanden. Erst nachdem die Zusammensetzung des Wassers außer Zweifel gestellt war, und da noch zögernd, begannen mehrere Chemiker, deren Namen bereits bekanntere geworden waren, dem neuen Systeme zuzutreten: nachdem Berthollet schon 1785 die Phlogistontheorie aufgegeben hatte, Fourcroy am Ende des Jahres 1786, und dann auch Guyton-Morveau. Und diese Männer halfen, nachdem der Sieg der neuen Theorie Lavoisier's entschieden war, diese gegen die Einwürfe vertheidigen, welche man ihr von mehreren Seiten immer noch entgegenstellte.

Denn schwer nur entschlossen sich Viele, von der ihnen allein geläufigen Phlogistontheorie abzugehen, die gleichsam die Grundlage ihrer wissenschaftlichen Thätigkeit gewesen war und mit welcher sie sich wie verwachsen fühlten. Wie groß jedoch auch die Zahl Derer war, die dem älteren Systeme gerade aus diesem Grunde längere Dauer zu fristen suchten, wie hervorragend durch einzelne Arbeiten auch Manche unter ihnen dastanden — Alle waren zu der Zeit, bis zu welcher die Berichterstattung über die Reform der Chemie jetzt fortgeführt ist, innerlich bereits besiegt; stets neue Annahmen, stets andere Wendungen dünkten ihnen selbst als nothwendig, die Annahme des Phlogistons zu rechtfertigen oder in irgend einer Weise zu erhalten. Aber wenn es als nöthig erschien, die Arbeiten, durch welche Lavoisier das chemische System umgestaltete, mehr ins Einzelne zu verfolgen, als Dies für andere, dieses System weiter ausbildende und abändernde gestattet sein wird: Das erscheint mir nicht als nöthig, auch die letzten Vertheidigungen der Phlogistontheorie und die Widerlegungen derselben noch specieller zu betrachten; selbst auf die letzten (1787 noch gemachten) Anstrengungen Kirwan's, deren Prüfung Lavoisier und seinen da bereits gewonnenen Anhängern einmal mehr Gelegenheit bot, die ganze Ueberlegen-

Digitized by Google

heit der Ansichten des Ersteren über die von Kirwan vertheidigten zu zeigen, selbst auf Priestley's noch über Lavoisier's Lebenszeit hinaus fortgesetzte Bemühungen, das neue System zu widerlegen, gehe ich hier nicht ein. Lavoisier war es gegönnt, den Sieg der Ansichten, zu welchen er sich während einer Reihe von Jahren erhoben hatte, noch zu erleben; die diesen Ansichten entsprechende chemische Nomenclatur, welche er gemeinsam mit Anderen, namentlich mit Guyton-Morveau 1787 ausarbeitete, gab denselben einen Ausdruck, welcher viele Jahrzehnte lang im Wesentlichen ungeändert geblieben ist; fest und abgerundet stand Lavoisier's chemisches System da, als er es 1789 in seinem Traité de chimie zusammenfaßte. Für Lavoisier kam noch die Zeit, wo er fast mehr den Ansprüchen Eines, der die neue Lehre nun mitrepräsentiren wollte, gegenüber sich zu wahren hatte, daß er und er allein eine die Chemie umgestaltende Theorie erfaßt und zur Anerkennung gebracht hatte, als daß eine weitere Begründung oder Vertheidigung dieser Theorie ihm noch als nöthig erschienen wäre. Die Phlogistontheorie war durch ihn beseitigt, eine neue Zeit für die Chemie eingeleitet.

Das ist die Geschichte der Revolution in den chemischen Ansichten, welche sich gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts vollzog; Das die Wirksamkeit des Mannes, welcher sie durchführte, soweit sie für unsere Wissenschaft und speciell für die Aufstellung eines neuen Systemes derselben in Betracht kommt. Denn nicht einmal alle rein chemischen Arbeiten Lavoisier's umfaßt der Bericht, welchen ich auf den vorhergehenden Blättern zu geben versuchte; nur diejenigen, welche für die Entwickelung und Begründung seines Systemes von besonderer Wichtigkeit sind und Stufen seines Vorschreitens bezeichnen, habe ich hier etwas ausführlicher besprochen, solche hingegen nicht mehr, welche nach Feststellung dieses Systemes nur Anwendungen und Ver-

Digitized by Google

werthungen der da bereits festgestellten Erkenntniß waren. Dahin gehört namentlich noch seine, in die Memoiren der Pariser Akademie für 1784 *) aufgenommene Abhandlung über die Verbindung des Sauerstoffes mit Weingeist, Oel und verschiedenen brennbaren Körpern, in welcher er die Zusammensetzung derartiger organischer Substanzen zu bestimmen suchte und Resultate erlangte, deren Genauigkeit sich erst dann herausstellt, wenn man sie mit Benutzung richtigerer Zahlenwerthe für die als bekannt vorauszusetzenden Hülfsgrößen umrechnet, als sie ihm zu Gebote standen; dahin gehört, was er nachher noch für die Ermittelung der Zusammensetzung organischer Verbindungen gearbeitet hat, unter Anwendung von Methoden, welche den später als bewährt befundenen schon ganz nahe kamen; dahin auch, was die Erklärung gewisser chemischer Vorgänge betrifft, die sich gerade auf solche Ermittelungen stützt, und namentlich die in seinem Traité de chimie 1789 gegebene Theorie der geistigen Gährung. Aber auch Untersuchungen, welche noch außer den bereits im Vorhergehenden erwähnten physikalische Gegenstände betreffen, Leistungen, welche für die Physiologie von hoher Wichtigkeit waren, solche, welche der Mineralogie angehören und welche die Technik zu fördern geeignet waren, müssen hier unbesprochen bleiben, und auch Lavoisier's Bestrebungen, Anhaltspunkte für die Statik des Landbau's, für die meteorologische Kenntniß Frankreichs zu gewinnen. Wie vielseitig bewährte sich die Kraft dieses Mannes; aber auch, wenn wir unseren Blick nur auf den der Chemie und nächstliegenden Theilen der Physik angehörigen Arbeiten verweilen lassen: welches Vermögen, zu schaffen und Das, was er selbst und was Andere gefunden, zu combiniren, welche Ausdauer in der Geltendmachung der Ansichten, welche er als die richtigeren erkannt hatte. Ein wahres Vergnügen gewährt es, die unsterblichen Leistungen dieses großen Mannes darzulegen. Peinlich fühlt man die Verpflichtung, in die Schilderung eines wissenschaftlichen Charakters, welcher so

*) Dieselben wurden 1787 veröffentlicht.

Digitized by Google

viel Licht bietet, auch die Schatten eintragen zu müssen, die leider nicht fehlen; die Geschichtschreibung legt jedoch diese Verpflichtung auf, und sich ihr entziehen wäre gleichbedeutend damit, zu schmälern was Anderen zukommt. Aber diese dunkeleren Partien seines Wesens werden nie vergessen lassen, was ihm die Chemie an glänzenden Leistungen verdankt, und daß er es war, welcher diese Wissenschaft in ein neues, gegen früher so großartige Fortschritte aufweisendes Zeitalter eintreten ließ.

Der Betrachtung, wie die Chemie sich nach der Einführung des Lavoisier'schen Systemes weiter entwickelt hat, haben wir uns nun zuzuwenden.

Digitized by Google

Die Fragen, ob und wie weit die Chemie schon vor Lavoisier als Wissenschaft bestanden habe, und welches Verdienst diesem Forscher für die Entwickelung dieser Disciplin zukomme, sind in der letzten Zeit in sehr verschiedenem Sinne erörtert worden: sie sind zu wissenschaftlichen Tagesfragen geworden, für deren richtigere Beantwortung die ersten Abschnitte der von Herrn Professor Kopp für die Geschichte der Wissenschaften in Deutschland bearbeiteten „Entwickelung der Chemie in der neueren Zeit" neue Anhaltspunkte bieten. Die historische Commission hat deshalb die unverzügliche Publication dieser Abschnitte des Werkes für wünschenswerth gehalten; der Schluß wird im nächsten Jahr erscheinen. Im Uebrigen werden, wie bisher, die einzelnen Abtheilungen der Geschichte der Wissenschaften erst nach völligem Abschluß des Bandes der Oeffentlichkeit übergeben werden.

München den 1. Mai 1871.

Das Sekretariat der historischen Commission
bei der k. Akademie der Wissenschaften.

Bayerische Staatsbibliothek München

Digitized by Google

Digitized by Google

Geschichte
der
Wissenschaften in Deutschland.
Neuere Zeit.

Auf Veranlassung und mit Unterstützung
Sr. Majestät des Königs von Bayern, Maximilian II
herausgegeben durch die
historische Commission bei der k. Akademie der Wissenschaften.

München.
R. Oldenbourg.
1871.

Indem die Verlagshandlung bezüglich der Entstehung und des Planes dieses Unternehmens auf den dem ersten Bande des Werkes beigehefteten ausführlichen Prospectus verweist, führt sie hier nur die Namen der Herren an, welche ihre Mitwirkung zugesagt und großentheils bereits geleistet haben:

Professor **Werner** in St. Pölten für die katholische Theologie.
„ **Dorner** in Berlin für die protestantische Theologie.
„ **Zeller** in Heidelberg für die Philosophie.
„ **Lotze** in Göttingen für die Aesthetik.
„ **Bursian** in Jena für die klassische Philologie.
„ **v. Raumer**, Rudolf, in Erlangen für die germanische Philologie und Alterthumskunde.
„ **Benfey** in Göttingen für die Sprachwissenschaft und orientalische Philologie.
Dr. **v. Bernhardi**, Th., in Berlin für die Kriegswissenschaft.
„ **Wegele** in Würzburg für die Geschichte.
„ **v. Stintzing** in Bonn für Jurisprudenz.
„ **Bluntschli** in Heidelberg für allgemeines Staatsrecht und Politik.
„ **Roscher** in Leipzig für Nationalökonomie und kameralistische Fächer.
„ **Fraas** in München für die Land- und Forstwirthschaftslehre.
Director **Karmarsch** in Hannover für die Technologie.
Professor **Gerhard** in Eisleben für die Mathematik.
„ **v. Jolly** in München für die Physik.
„ **Kopp** in Heidelberg für die Chemie.
„ **Wolf** in Zürich für die Astronomie.
Dr. **Ewald**, Mitglied der königl. Akademie in Berlin, für die Geologie.
„ **Peschel**, Oskar, in Augsburg für die Geographie.
„ **Hirsch** in Berlin für Medicin und Physiologie.
„ **Victor Carus** in Leipzig für die Zoologie.
„ **v. Kobell** in München für die Mineralogie.
„ **Sachs** in Würzburg für die Botanik.

Digitized by Google

Jeder Band des ganzen Werkes wird apart abgegeben und wird der Preis eines Druckbogens für die Einzelausgabe mit 2 Sgr. oder 7 kr. berechnet, so daß die zehn bis jetzt erschienenen Bände kosten:

Bluntschli, Geschichte des Staatsrechts 43 Bogen. Thlr. 2 24 Sgr. oder fl. 4. 48 kr.

v. Kobell, Geschichte der Mineralogie. 44 Bogen mit 50 Holzschnitten und 1 lith. Tafel. Thlr. 3. 10 Sgr. oder fl. 5. 36 kr.

Fraas, Geschichte der Landbau- und Forstwissenschaft. 45 Bg. Thlr. 3. — oder fl. 5.

Peschel, Geschichte der Erdkunde. 45 Bogen. Mit 4 lithogr. Karten. Thlr. 3 10 Sgr. oder fl. 5. 36 kr.

Dorner, Geschichte der protest. Theologie. 58 Bogen. Thlr. 3. 20 Sgr. oder fl. 6. 12 kr.

Werner, Geschichte der kathol. Theologie. 42 Bg. Thlr. 2. 24 Sgr. oder fl. 4. 48 kr.

Lotze, Geschichte der Aesthetik. 42½ Bogen. Thlr. 2. 24 Sgr. oder fl. 4. 48 kr.

Benfey, Geschichte der Sprachwissenschaft und orientalischen Philologie. 53 Bogen. Thlr. 3. 16 Sgr. oder fl. 6. —

v. Raumer, Geschichte der germ. Philologie, vorzugsweise in Deutschland. 47½ Bog. Thlr. 3. 6 Sgr. oder fl. 5. 30 kr.

Kopp, Entwickelung der Chemie. 1. Abth. 13 Bog. 26 Sgr. oder fl. 1. 30 kr.

Die Subscriptionsbedingungen für den Bezug der **vollständigen** „Geschichte der Wissenschaften" oder **einzelner Sektionen** derselben sind noch günstiger gestellt. Der Preis des Werkes konnte nämlich in Folge der königlichen Munificenz, welche die **„Geschichte der Wissenschaften"** ins Leben gerufen und auf das Reichlichste unterstützte, so niedrig gestellt werden, daß die Berechnung von 1½ Sgr. oder 5¼ kr. für den Druckbogen festgehalten wird. Für Bände, welche Holzschnitte oder andere Illustrationen enthalten, wird eine mäßige Erhöhung eintreten. Der Preis eines Bandes, dessen Umfang auf 40—45 Bogen Druckbogen bestimmt ist, wird mithin meist zwischen Thlr. 2. — oder fl. 3. 30 kr. bis Thlr. 2. 7½ Sgr. oder fl. 4. — für die **Abnehmer des ganzen Werkes oder einer Sektion** desselben sich bewegen.

Um nämlich dem Publikum den Bezug auch einzelner Abtheilungen zu erleichtern, hat die Verlagshandlung das Ganze nach den Materien in drei Sektionen eingetheilt und wird auch für die Abnehmer einer einzelnen Sektion denselben Preis bestehen lassen wie für die Käufer des ganzen Werkes; jedoch muß dabei die Bedingung festgehalten werden, daß die Abnehmer sich verpflichten, **eine Sektion vollständig** zu beziehen.

Die Sektionen werden hienach enthalten:

I. Sektion.	II. Sektion.	III. Sektion.
Katholische Theologie.	Geschichte.	Technologie.
Protestantische Theologie.	Kriegswissenschaft.	Mathematik.
Philosophie.	Jurisprudenz.	Physik. Chemie.
Aesthetik.	Allgemeines Staatsrecht.	Astronomie.
Klassische Philologie.	Nationalökonomie.	Geologie.
Germanische Philologie.	Land- u. Forstwirthschafts-	Medicin.
Orientalische Philologie.	lehre.	Zoologie. Botanik.
	Geographie.	Mineralogie.

Die Sektionen werden möglichst gleichzeitig herausgegeben und wird die **Geschichte der Wissenschaften** in 5—6 Jahren vollständig erschienen sein.

Alle Buchhandlungen des In- und Auslandes nehmen Bestellungen an.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google